



**JOSÉ PEDRO
FERREIRA SOARES**

**Melhoria e Automatização de Processos na Área da
Qualidade de uma Empresa do Ramo Automóvel**



**JOSÉ PEDRO
FERREIRA SOARES**

**Melhoria e Automatização de Processos na Área da
Qualidade de uma Empresa do Ramo Automóvel**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais e avós.

o júri

Presidente

Prof. Doutora Leonor da Conceição Teixeira
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José Manuel Matos Moreira
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À Renault Cacia S.A. e ao Engenheiro Vítor da Silva por todo o apoio e orientação fornecidos ao longo do estágio, que se revelaram cruciais para a realização deste projeto. A todos os colaboradores que me ajudaram, pela sua disponibilidade e contributo na minha aprendizagem, com especial agradecimento aos meus colegas de trabalho do serviço SMQ.

À Universidade de Aveiro e em especial à Professora Doutora Helena Alvelos pelo seu apoio e orientação científica.

Aos meus colegas de estágio Carolina Casqueira, Vanda Teixeira, Cláudia Oliveira e Nuno Costa.

A todos os meus amigos e colegas de curso por todos os momentos partilhados.

A toda a minha família, com especial agradecimento aos meus irmãos Daniel, Carla e Maria, aos meus pais e aos meus avós por todo o apoio ao longo do meu percurso académico.

palavras-chave

Sistemas de Informação, Indústria 4.0, Controlo de Qualidade, Linguagem UML

resumo

O projeto objeto deste relatório centrou-se no desenvolvimento de ações de melhoria no Serviço SMQ (*Système Management Qualité*) da empresa Renault Cacia, que fossem ao encontro dos objetivos de qualidade propostos. Neste sentido, o trabalho realizado pretendeu melhorar diferentes processos deste setor tais como: a gestão dos meios de controlo, através do desenvolvimento de um Sistema de Informação, o processo de controlo de qualidade, com o intuito de automatizar o registo de dados, e, por fim, a melhoria de centrais de controlo, um projeto cujo objetivo se centra na melhoria da performance da empresa. Como trabalho adicional, foi proposta, também, uma solução capaz de verificar se o controlo dos componentes produzidos é efetuado como o definido. Todas as medidas implementadas tiveram um impacto positivo na melhoria e automatização dos processos acabando por abranger não só o departamento de qualidade, mas a restante empresa.

keywords

Information Systems, Industry 4.0, Quality Control, UML Language

abstract

The project of this report focused on the development of improvement actions in the SMQ Service (*Système Management Qualité*) of Renault Cacia, to meet the quality goals proposed by the company. In this sense, the work carried out was intended to improve different processes in this sector, such as: the management of the control means, through the development of an Information System, the quality control process, with the aim of automating the data recording, and finally, the improvement of control means in a production line, a project whose objective is focused on improving the company's performance. As a further work, it was also proposed a solution to verify if the control of the produced components is performed as defined. All the actions implemented had a positive impact on the improvement and automation of the processes, and ended up covering not only the quality department, but the rest of the company.

Índice

Índice de Figuras	ii
Índice de Tabelas	iii
Índice de Anexos.....	iii
Abreviaturas	iv
1. Introdução.....	1
1.1 Contextualização do Trabalho	1
1.2 Apresentação da Empresa.....	1
1.3 Objetivos e Metodologia	4
1.4 Estrutura do Relatório	5
2. Enquadramento Teórico	7
2.1 Dados, Informação e Conhecimento	7
2.1.1 Dados	7
2.1.2 Informação.....	8
2.1.3 Conhecimento.....	9
2.2 Sistemas de Informação e Tecnologias de Informação.....	10
2.3 Indústria 4.0	12
2.4 Sistemas de Informação e Indústria 4.0	17
2.5 Desenvolvimento de um Sistema de Informação	18
2.5.1 Tipos de abordagem no desenvolvimento de Sistemas de Informação	20
2.5.2 Linguagem UML - Unified Modeling Language.....	24
2.6 Qualidade e Gestão da Qualidade	26
3. Projeto Prático: Automatização e melhoria de processos de qualidade	29
3.1 Sistema de Informação para Gestão de Meios de Controlo	29
3.2 Desperdícios associados ao processo de controlo de uma linha de produção	40
3.3 Upgrade de Meios de Controlo - Projeto Hipercompetitividade	57
3.4 Criação de uma base de dados de verificação de controlo.....	59
4. Conclusão e Trabalho futuro.....	61
Referências.....	63

Índice de Figuras

Figura 1 - Fábrica Renault Cacia e principais edifícios indicados	2
Figura 2 - Componentes de um Sistema de Informação, adaptado de Stair & Reynolds (2010)	11
Figura 3 - Modelo em Cascata para desenvolvimento de SI. Fonte: Sommerville (2011)..	20
Figura 4 - Modelo Incremental para desenvolvimento de SI. Fonte: Sommerville (2011).	21
Figura 5 - Modelo em Espiral para desenvolvimento de SI. Fonte: Sommerville (2011) ...	22
Figura 6 - Modelo RUP para desenvolvimento de SI. Fonte: Sommerville (2011)	24
Figura 7 - Exemplo de Comparadores analógicos e Calibres do tipo passa / não passa	31
Figura 8 – Exemplo de uma central de controlo	31
Figura 9 – Exemplo de computador para o registo de dados na base QDAS	31
Figura 10 – Menu Principal da Cartografia em Visio.....	34
Figura 11 – Menu Principal para pesquisa de Meio de Controlo da Cartografia em Visio.	35
Figura 12 – Menu Departamento dos Motores	35
Figura 13 – Menu Departamento das Caixas de Velocidade	36
Figura 14 – Exemplo do funcionamento das opções “Pesquisar Meio” e “Dados”	37
Figura 15 – Exemplo do funcionamento da opção “Meios Desligados”	38
Figura 16 – Implantação das Linhas de Maquinação, de Lavagem e Secagem e de Montagem das BOCV	42
Figura 17 – Exemplo de um calibre do tipo passa / não passa usado para controlo. Fonte: https://img.accu.co.uk/products/27-4315-0_lg.jpg	44
Figura 18 – Exemplo dos Comparadores usados para o controlo retirado de https://www.marposs.com/media/5877/w-1100/products-0175.jpg	44
Figura 19 – Esquema das Linhas de Maquinação com as Mesas de Controlo (MC) e o computador para registo de.....	45
Figura 20 – Esquema das Linhas de Montagem das BOCV com os postos de trabalho responsáveis pelo controlo assinalados (C) e o computador para registo de dados	46
Figura 21 – Exemplificação do local onde os calibres são colocados quando não usados.	48
Figura 22 – Gráfico das percentagens de tempo necessário para o controlo e registo de dados nas linhas de maquinação	53
Figura 23 – Gráfico das percentagens de tempo necessário para o controlo e registo de dados nas linhas de montagem.....	54
Figura 24 – Gráfico das percentagens de tempo total necessário para o controlo e para o registo de dados no final de um turno.....	54
Figura 25 – Solução HTML para registo de dados de controlo	55
Figura 26 – Solução em Excel para registo de dados de controlo de Qualidade.....	56
Figura 27 – Exemplo dos dados armazenados num “Ficheiro Neutro”	57
Figura 28 – Exemplo de Central de Controlo presente numa das linhas das AEQ	58
Figura 29 – Folha de verificação diária das peças controladas.....	60
Figura 30 – Legenda de interpretação da folha de verificação.....	60

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Descrição das ferramentas do sistema e das suas funcionalidades	33
Tabela 2 – Operações de Produção afetadas pelo processo de controlo de qualidade e meios utilizados	43
Tabela 3 – Tempo necessário para um controlo da BOCV M9T na linha de maquinação..	47
Tabela 4 – Tempo necessário para um controlo da BOCV Hxx na linha de maquinação ...	48
Tabela 5 – Tempo necessário para um registo de dados na linha de maquinação	49
Tabela 6 – Tempo necessário para um controlo da BOCV Hxx na linha de montagem	50
Tabela 7 – Tempo necessário para controlo da BOCV M9T na linha de montagem	51
Tabela 8 – Tempo necessário para registo de dados nas linhas de montagem	52
Tabela 9 – Percentagens de tempo necessário para cada um dos processos de controlo e registo de dados nas linhas de maquinação e montagem das BOCV no final de um turno	52
Tabela 10 - Percentagens de tempo necessário para os processos de controlo e registo de dados nas linhas de maquinação no final de um turno	52
Tabela 11 - Percentagens de tempo necessário para os processos de controlo e registo de dados nas linhas de de montagem no final de um turno.....	53

Índice de Anexos

Anexo 1 – Processo produtivo da BOCV do tipo M9T	65
Anexo 2 – Processo produtivo da BOCV do tipo Hxx	66

Abreviaturas

AGV – Automated Guided Vehicle

BOCV – Bomba de Óleo de Cilindrada Variável

CM – Componentes Mecânicos

CV – Caixas de Velocidade

I4.0 – Indústria 4.0

SI – Sistema de Informação

SMQ – Système Management Qualité

UML – Unified Modeling Language

MC – Meio de Controlo

OP – Operação de Produção

HC – Hipercompetitividade

1. Introdução

1.1 Contextualização do Trabalho

O presente trabalho foi desenvolvido no Departamento de Qualidade da Renault Cacia, mais especificamente no Serviço SMQ (*Système Management Qualité*), que é responsável por implementar os objetivos de qualidade que asseguram o controlo e melhoria dos diferentes processos da organização. Deste modo, o SMQ tem como foco a capacidade de fornecer produtos e serviços que satisfaçam tanto os requisitos do cliente como os legais e regulamentares, aumentando, simultaneamente, a satisfação do cliente. Por outro lado, este serviço assegura a implementação e manutenção do Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) e a medição e análise da performance do mesmo.

A qualidade é um fator crucial para qualquer empresa na medida em que permite garantir a satisfação do cliente e, neste sentido, a Renault Cacia não é exceção. Desta forma, a empresa possui uma variedade de meios de controlo que são utilizados para garantir a conformidade dos seus produtos, sendo este um dos compromissos mais importantes assumidos pela Renault.

O presente projeto foca-se na temática da melhoria de processos, em particular dos associados aos meios de controlo, atribuindo uma especial ênfase à sua automatização.

1.2 Apresentação da Empresa

A Renault S.A., fundada em 1898 por Louis Renault e os seus dois irmãos, Marcel e Fernand Renault, é uma construtora de automóveis de origem francesa. No entanto, apesar do foco atual da empresa se centrar na indústria automóvel, a Renault já fabricou outros tipos de produtos ao longo da sua história. De facto, durante a Primeira Guerra Mundial, a Renault esteve por detrás da produção de munições, aviões militares e tanques de guerra, passando posteriormente a produzir máquinas agrícolas e industriais com o fim da mesma. Na Segunda Guerra Mundial, com a invasão da França por parte do exército alemão, a empresa viu-se obrigada a produzir veículos militares para o abastecimento das tropas alemãs aí implantadas. No final da guerra, Louis Renault, o único sobrevivente dos três irmãos, é preso por nutrir relações comerciais com os inimigos, acabando por

morrer em 1944. Em 1996 a Renault foi parcialmente privatizada pelo governo francês e mais tarde, em 1999, é fundada a Renault-Nissan Alliance. Esta parceria estratégica engloba atualmente oito marcas: Nissan, Renault, Infinity, Renault Samsung Motors, Dacia, Datsun, Venucia e Lada.

O Grupo Renault conta atualmente com cerca de 130 000 colaboradores que idealizam, concebem, fabricam e comercializam veículos particulares e utilitários, nos seus diversos concessionários, centros de investigação e nas suas 38 unidades de produção, localizadas em mais de 17 países. Em 2017 a Renault aumentou as suas vendas pelo quinto ano consecutivo, atingindo um recorde ao vender mais de 3,7 milhões de carros. É de realçar que existem três tipos de unidades de produção: fábricas de maquinaria, fábricas de montagem e fábricas de maquinaria e montagem onde cada uma destas é autónoma, uma vez que a estrutura adotada pretende descentralizar decisões e responsabilidades, tornando o Grupo mais ágil e flexível.

A Renault Cacia S.A., uma das fábricas pertencentes ao Grupo Renault, tem como foco principal a produção de órgãos e componentes para a indústria automóvel, nomeadamente de Caixas de Velocidades e Componentes de Motores. Fundada em 1981 e situada num dos mais importantes centros industriais de Portugal (Aveiro), a Renault Cacia ocupa uma superfície total de 300.000m² e uma área coberta de 70.000m², dividindo-se as suas instalações em cinco setores: os departamentos de produção de Caixas de Velocidade (CV) e de Componentes de Motores (CM), os Recursos Humanos (RH), a Logística (LOG) e os Tratamentos Térmicos (TTH) como apresentado na Figura 1.

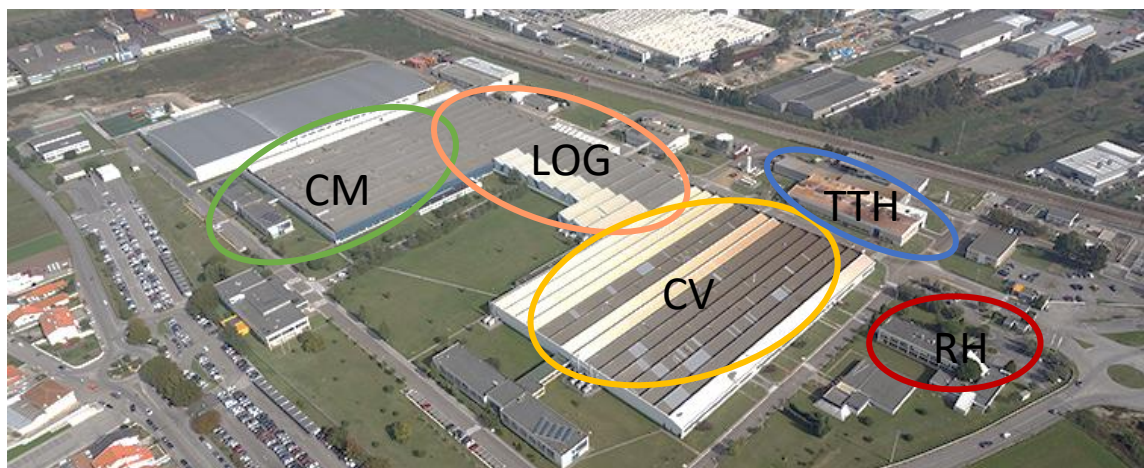


Figura 1 - Fábrica Renault Cacia e principais edifícios indicados

Atualmente a Renault Cacia é responsável pela aquisição de peças em bruto para posterior maquinaria e exportação. Para além da produção de vários componentes mecânicos, a fábrica produz também dois tipos de Caixas de Velocidades, a ND e a JR, estando, neste período a passar por uma reestruturação para iniciar a produção de uma nova caixa do tipo JT4.

No que diz respeito à produção de Caixas de Velocidades, o departamento é responsável pelos seguintes componentes:

- Caixas de Velocidades (modelos JR [JR5 e JRQ] e ND [ND4 R9M, ND4 F9Q, ND6 e NDO]);
- Cásteres de embraiagem e mecanismo (modelos TL4, JR, ND e JH);
- Carretos ou Pinhões Loucos e Fixos (1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª mudanças do modelo JR e 6ª mudança do modelo PK);
- Árvores primárias e secundárias (modelo JR);
- Caixas diferenciais (modelos JR e ND);
- Coroas (modelo JR);
- Eixos (modelo JR);
- Pinhões (modelo JR).

Relativamente aos Componentes de Motores, a Renault CACIA exporta os seguintes componentes:

- Apoio de Cambota (modelos H4 e H5);
- Árvores de equilibragem (modelos M1D e M1R);
- Balanceiros e eixos de balanceiros (modelo D4);
- Bombas de óleo (modelos F, H, K, M e R);
- Caixas multifunções (modelos K e F);
- Cásteres de Distribuição (modelos H4 e H5);
- Cásteres Intermédios (modelo H5);
- Coletores (modelos K4, F4, e D4F);
- Cones de Crabot;
- Coroas;
- Tambores (modelos MT9'' DEA e V);
- Tampa da Colaça (modelo H5);
- Volantes (modelo M9).

A totalidade dos produtos destina-se a fábricas Renault e Nissan tanto de montagem de veículos como de mecânica, situadas em onze países nos vários continentes (Europa, Ásia, África e América do Sul).

1.3 Objetivos e Metodologia

Como referido anteriormente, todo o presente trabalho vai ao encontro dos objetivos de qualidade da Renault, seja através da melhoria dos processos de controlo de peças fabricadas, ou da modernização dos meios utilizados nos mesmos.

Desta forma, o principal objetivo do projeto foi o de desenvolver um Sistema de Informação que armazene todos os dados relevantes relativamente aos diferentes Meios de Controlo (MC), para uma gestão eficiente dos mesmos. Pretendeu-se, também, desenvolver uma cartografia em formato digital capaz de representar todos os MC no chão de fábrica, para que os utilizadores os possam localizar rapidamente.

Um segundo objetivo relacionou-se com a necessidade de automatizar e melhorar o processo de controlo de qualidade das diferentes linhas, com ênfase no registo de dados. Desta forma, foi feito um estudo relativamente aos desperdícios associados a esse mesmo processo, de modo a ser possível identificar soluções capazes de eliminar os registos manuais e o desperdício de papel.

Foram, ainda, desenvolvidos alguns outros trabalhos, dos quais se salientam a proposta de uma ação de melhoria para a modernização de alguns dos Meios de Controlo nas linhas de produção, com o objetivo de aumentar a competitividade e performance da fábrica.

Por fim foi criada um documento Excel automatizado capaz de verificar as peças que estão a ser controladas em toda a fábrica, para um seguimento diário por parte do serviço SMQ.

Neste sentido, e de forma a ir ao encontro dos objetivos enunciados, a metodologia adotada teve como principais fases: (i) inserção do estagiário na empresa e tomada de contacto com os vários departamentos e com os seus colaboradores, em particular com os mais envolvidos no projeto; (ii) primeiro contacto com o problema a abordar; (iii) pesquisa bibliográfica sobre os temas considerados pertinentes: Sistemas de Informação, Indústria 4.0 e Qualidade e Gestão da Qualidade; (iv) definição dos requisitos do sistema de informação para gestão dos meios de controlo; (v) modelização da base de dados para a gestão dos meios de controlo; (vi) desenho do sistema; (vii) implementação do sistema; (viii) estudar os processos de Controlo de Qualidade e propor ações de melhoria, tanto no que diz respeito ao registo de dados, como no seu armazenamento numa base de dados.

1.4 Estrutura do Relatório

Para além do presente capítulo, onde se contextualiza o trabalho desenvolvido e são apresentados os seus objetivos e a metodologia seguida para a sua execução, este relatório encontra-se dividido em mais três capítulos.

O segundo compreende o enquadramento teórico onde, de um modo geral, estão expostos os conceitos: Dados, Informação e Conhecimento, Sistemas de Informação, Indústria 4.0 e Controlo de Qualidade. Este capítulo engloba os conteúdos considerados fundamentais para o desenvolvimento da parte prática do trabalho.

No terceiro capítulo inicia-se a descrição do projeto prático. Aqui são apresentados e analisados os problemas abordados e são apresentadas as diferentes ações de melhoria, estando estas divididas no desenvolvimento de um Sistema de Informação, na análise de um processo de controlo de qualidade, na atualização de meios de controlo presentes numa linha de produção e na criação de um mecanismo capaz de verificar se o controlo de peças é feito como o definido.

Por fim, no quarto capítulo, são retiradas algumas conclusões gerais do trabalho desenvolvido neste projeto e apresentadas algumas sugestões de desenvolvimentos futuros.

2. Enquadramento Teórico

Nos dias de hoje, as empresas enfrentam grandes desafios devido ao ambiente competitivo dos mercados de negócio. Desta forma, as organizações procuram soluções capazes de melhorarem os seus processos de modo a eliminarem os desperdícios e a aumentarem a produtividade, assegurando sempre a qualidade final. Estas soluções incluem o desenvolvimento de Sistemas de Informação (SI) e, mais recentemente, o uso de ferramentas orientadas para a implementação do conceito de Indústria 4.0 (I4.0) que, apesar de apresentarem origens distintas, têm um propósito comum: minimizar as atividades de valor não acrescentado (NVA) (Ré, 2018).

Neste sentido, a qualidade tem-se tornado numa prioridade crescente para a maioria das empresas, uma vez que representa um papel importante nas mesmas por permitir a obtenção de vantagens competitivas. Deste modo, as empresas devem ter processos de controlo de qualidade eficazes e SIs capazes de processar os seus dados e convertê-los em informação, com o intuito de partilharem o conhecimento necessário.

2.1 Dados, Informação e Conhecimento

Apesar dos conceitos de Dados e Informação serem por vezes confundidos no dia a dia, as suas definições são distintas. Deste modo, surge a necessidade de clarificar ambos os termos que são a base de um Sistema de Informação, e bastante relevantes nesta área. Será evidenciado ainda que de forma a informação pode ser convertida em conhecimento dentro de uma organização.

2.1.1 Dados

Segundo (Gouveia & Ranito, 2004) o conceito de dados pode ser definido pelo conjunto de factos na sua forma bruta, obtidos por meio da observação no terreno, medição ou simplesmente como resultado de uma atividade realizada. Os dados são a matéria prima da informação que por norma estão associados a indicadores que quantificam ou qualificam essas mesmas atividades. Os

autores acrescentam ainda que os dados descrevem todos os itens necessários à operação do sistema de informação de uma empresa, permitindo, assim, dar suporte às atividades da mesma e mantendo o fluxo de informação entre todos os intervenientes.

Por outro lado, numa perspetiva organizacional, K. C. Laudon & J. P. Laudon (2011) definem os dados como um fluxo de eventos ou circunstâncias que ocorrem dentro de uma organização e que são capturados pelo seu sistema de informação, de forma a serem dispostos de um modo que as pessoas consigam entender e usar.

Cooper (2016) afirma que os dados por si só não transmitem conteúdo algum, mas que ao serem inseridos num determinado contexto adquirem significado.

Desta forma, de modo a sintetizar as definições de vários autores, Costa (2009) define o conceito de dados como um conjunto de factos, valores ou itens não tratados, que podem ser recolhidos de diferentes fontes e que isoladamente não transmitem qualquer significado ou utilidade, sendo por isso necessário processá-los, estruturá-los e organizá-los com o intuito de serem convertidos em informação útil.

2.1.2 Informação

No que diz respeito à informação, Gouveia & Ranito (2004) afirmam que este conceito representa o conjunto de dados recolhidos que são processados de modo a adquirem significado num formato útil e compreensível para o utilizador. Desta forma, a informação é o resultado da análise de dados, direcionada e sujeita a um contexto específico. Stair & Reynolds (2010) definem ainda informação como o conjunto de dados organizados e tratados de forma a criarem valor, para além do valor que representam individualmente.

Assim, a informação é crucial para o funcionamento de qualquer organização, no sentido em que as suas funções são críticas não só a nível operacional como, por exemplo, nas atividades de transações (encomendas), mas também ao nível da gestão, por permitirem o suporte à tomada de decisão. Neste sentido, Gouveia & Ranito (2004) indicam ainda um conjunto de funções abrangidas pela informação que se resumem em:

- **Processamento:**
 - **Tratamento** – consiste na alteração/manipulação de dados existentes e na combinação dos dados recolhidos para a descoberta e preparação de novos dados;
 - **Cruzamento** – consiste na troca e acesso de dados em tempo real (ou útil), assegurando sempre a qualidade dos mesmos e possibilitando a sua manutenção por diferentes profissionais em simultâneo. Apesar de ser uma das atividades que traduz mais-valia para as organizações é também a que representa um custo maior de infraestruturas e formação;
- **Comunicação:** engloba a recolha de dados a partir de uma fonte pré-definida, e o envio dos mesmos para o sistema exterior ou para destinatários bem definidos (pessoas, serviços, etc.);
- **Armazenamento:** assegura manutenção da Informação para uso posterior, registo ou como forma de controlo. Assim os dados são armazenados de forma a poderem ser processados e comunicados.

Ainda neste tópico, a informação deve garantir um conjunto de características que reflitam a sua importância, valor e qualidade (Gouveia & Ranito, 2004):

- **Precisa:** garantir o grau de rigor da informação de modo a caracterizar a realidade o mais fiável possível (informação correta e verdadeira);
- **Oportuna:** garantir o acesso à informação em tempo útil para a empresa (informação no momento e local oportunos);
- **Completa:** evitar que a informação se encontre dispersa dentro da empresa (garantir toda a informação necessária na posse da organização);
- **Concisa:** evitar informação demasiado extensa ou pormenorizada que não seja utilizada (garantir informação de manipulação fácil).

2.1.3 Conhecimento

O processamento de dados com o objetivo de os converter em informação é constituído por um conjunto de tarefas relacionadas de forma lógica com o intuito de atingirem um determinado objetivo. Por sua vez, o processo de definir relações entre os dados de forma a transmitirem informação útil já requer conhecimento. Assim, este conceito pode ser definido como

a consciencialização e a compreensão de um conjunto de informações e da forma como estas podem ser úteis para o apoio a determinadas tarefas ou decisões (Stair & Reynolds, 2010).

Gouveia & Ranito (2004) acrescentam que o conhecimento é construído a partir da informação, e é um meio de avaliação desta mesma no ato da tomada de decisão.

Para além das definições já exploradas, Ré (2018) cita que o conhecimento pode ser traduzido também pelo conjunto de dados e/ou informações que são organizados e processados de modo a transmitirem compreensão, experiência, aprendizagem acumulada e especialização. Acrescenta, ainda, que este pode ser explícito, quando é transmitido, ou implícito, quando resulta da experiência ou intuição, dificultando assim a transmissão e formalização do mesmo.

2.2 Sistemas de Informação e Tecnologias de Informação

Devido ao ambiente competitivo dos mercados, as empresas sentem cada vez mais a necessidade de darem uma resposta eficaz aos desafios que surgem diariamente. Neste sentido, as atividades suportadas pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) apresentam-se como uma boa solução, uma vez que contribuem não só para a redução de custos, mas também para a otimização dos processos, aproximando as organizações dos seus clientes, fornecedores e colaboradores. Desta forma, um Sistema de Informação (SI) revela-se uma ferramenta TIC bastante importante neste tópico (Ré, 2018).

Apesar dos termos Sistemas de Informação e Tecnologias de Informação estarem relacionados, existe uma diferença que tende a ser confundida, surgindo assim a necessidade de clarificar ambos os conceitos.

Um Sistema de Informação pode ser definido como um conjunto de componentes (pessoas, processos, tecnologias, etc.) relacionados entre si, que são responsáveis pela recolha, armazenamento e processamento de dados e, por conseguinte, pela distribuição de informação, ajudando as empresas na tomada de decisão (K. C. Laudon & J. P. Laudon, 2011). Um SI é, portanto, uma infraestrutura responsável por assegurar a regulação das características que garantem a qualidade dos dados e da informação de uma organização (Gouveia & Ranito, 2004). Segundo os mesmos autores, existe um conjunto de atividades associadas às funções de um Sistema de Informação que consistem, principalmente, nas seguintes:

- **Recolha de informação**: garantir a recolha e consequente entrada de dados no sistema, sejam eles internos ou externos à empresa;
- **Armazenamento de informação**: garantir que os dados sejam registados no sistema com conformidade;
- **Processamento de informação**: dar resposta às exigências do sistema de forma a processar os dados em informação útil;
- **Representação da informação**: disponibilizar a informação necessária no formato pretendido;
- **Distribuição da Informação**: garantir o fluxo da informação dentro da organização, de forma a apoiar a tomada de decisão.

Apesar destas serem as funções principais de um Sistema de Informação, torna-se ainda crucial que este assegure o controlo e monitorização de diversas operações, desenvolvendo relatórios que compilem toda a informação útil de forma a garantirem sempre a segurança dos dados tratados (Gouveia & Ranito, 2004).

Ainda dentro do tema, K. C. Laudon & J. P. Laudon (2011) afirmam que qualquer Sistema de Informação é constituído por três conceitos chave: **Inputs** (dados de entrada), **Processamento** e **Outputs** (informação útil em documentos ou relatórios). Para além disto, um SI deve ainda fornecer mecanismos de **Feedback** com o intuito de ajudar as empresas a atingirem os seus objetivos, aumentando assim também os seus lucros (Figura 2).

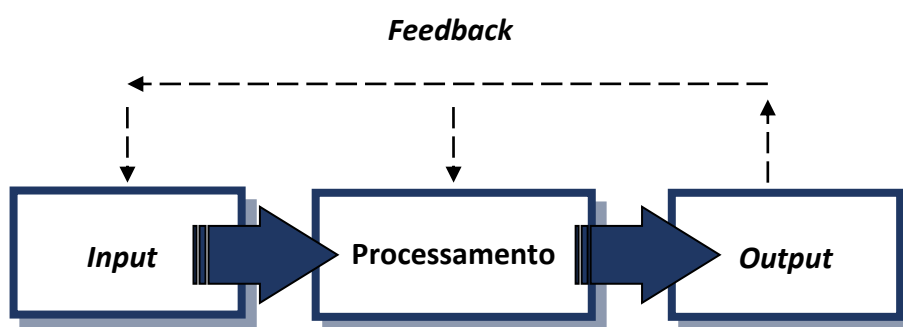


Figura 2 - Componentes de um Sistema de Informação, adaptado de Stair & Reynolds (2010)

Por outro lado, uma Tecnologia de Informação (TI) pode ser definida pelo conjunto de atividades e soluções providas de infraestruturas tecnológicas que ficam responsáveis por suportar os sistemas de informação (Tomás, 2017). Deste modo, os SI podem ser classificados como um

conceito mais abrangente quando comparado com o de Tecnologias de Informação. De facto, essa diferença pode ser explicada através de um exemplo banal de um lápis e um pedaço de papel. Quando usados em conjunto, estes dois objetos permitem criar um sistema de escrita (Sistema de Informação), mas que em separado representam apenas meras ferramentas (Tecnologias de Informação), podendo assim concluir-se que um Sistema de Informação pode usar a seu favor uma Tecnologia de Informação como recurso (K. C. Laudon & J. P. Laudon, 2011).

Hoje em dia, qualquer organização depende, em certa medida, de um Sistema de Informação, sendo esta uma ferramenta crucial para a gestão dos negócios. No entanto, as empresas enfrentam diariamente desafios na utilização dos seus SIs, seja pela complexidade dos processos produtivos, ou pela quantidade de dados que são gerados e necessitam de ser processados (Tomás, 2017).

Contudo, a introdução das Tecnologias de Informação nas organizações permite a integração tecnológica no ambiente de trabalho, facilitando progressivamente as operações do utilizador, uma vez que permitem a automatização de procedimentos e possibilitam, também, novas formas digitais de aceder à informação. Deste modo, as empresas atuais recorrem a soluções tecnológicas como forma de assegurar as funcionalidades dos diferentes Sistemas de Informação, enquanto infraestrutura de suporte ao fluxo de informação (Gouveia & Ranito, 2004).

Os benefícios do uso de tecnologias como complemento dos sistemas de informação tornam-se evidentes no ambiente industrial, pelo que cada vez mais as empresas recorrem a soluções tecnológicas capazes de lhes conferir agilidade, mobilidade e flexibilidade face ao mercado envolvente (Pires, 2008).

Muitas vezes, o interesse pela implementação de um sistema de informação numa empresa, surge da necessidade de automatizar tarefas e procedimentos, por forma a aumentar o desempenho de determinados processos. No entanto, por vezes, as organizações avançam com o desenvolvimento de um sistema de informação sem antes analisarem a sua verdadeira finalidade. Tal cenário pode fazer com que os resultados da implementação deste sistema acabem por ser diferentes do que a organização previa (Lee, 2011).

2.3 Indústria 4.0

Com a transformação na área tecnológica e digital, o conceito de Indústria 4.0 (I4.0) tem sido cada vez mais abordado nos últimos anos. Conhecido como a quarta revolução industrial, esta iniciativa pretende englobar os últimos avanços tecnológicos nas áreas da automação, controlo e

tecnologias de informação de forma a transformar os processos produtivos e conduzindo à criação de fábricas inteligentes (Ré, 2018).

A Indústria 4.0 é uma iniciativa estratégica de origem alemã que visa a criação de fábricas inteligentes onde as tecnologias de produção são desenvolvidas e transformadas por *Cyber Physical Systems (CPS)*, isto é, sistemas com capacidades físicas e computacionais integradas de forma a interagirem com os humanos em diferentes vertentes. A base da Indústria 4.0 passa pela ligação das diferentes máquinas, sistemas e processos através da criação de linhas inteligentes ao longo da cadeia de valor, o que permite uma resposta autónoma e automática dos processos de produção às eventuais mudanças que possam ocorrer nessa cadeia (Ré, 2018).

Os desenvolvimentos e avanços tecnológicos dos últimos anos, que formam a base da Indústria 4.0, fornecerão um conjunto de soluções capazes de darem resposta às necessidades de informatização do setor industrial (Xu, Xu, & Li, 2018). De facto, hoje em dia as empresas têm assistido a uma crescente necessidade de industrializar, informatizar e digitalizar os seus processos de negócio, de modo a alcançarem a máxima eficiência, competência e competitividade. Desta forma, os princípios da Indústria 4.0 terão um impacto estratégico a longo prazo no desenvolvimento da indústria global (Xu et al., 2018).

De acordo com Coelho (2016) “O impacto da Indústria 4.0 vai para além da simples digitalização, passando por uma forma muito mais complexa de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias, que forçará as empresas a repensar a forma como gerem os seus negócios e processos, como se posicionam na cadeia de valor, como pensam no desenvolvimento de novos produtos e os introduzem no mercado, ajustando as ações de marketing e de distribuição”. Desta forma, é imperativo ter em consideração as diferentes alterações que se irão verificar em toda essa cadeia. Assim, existem quatro fatores principais que, segundo Schwab (2016) alterarão os negócios empresariais com a quarta revolução industrial:

- **Alterações nas expetativas dos clientes;**

Com a revolução digital e, consequentemente, o uso de novas tecnologias, o perfil do consumidor tem sofrido algumas alterações ao longo dos anos. Desta forma, as pessoas estão mais interligadas, conscientes e, consequentemente, mais exigentes. De facto, mais do que encontrar os produtos desejados, os consumidores procuram cada vez mais a experiência, sendo esta uma prioridade para os mesmos. Assim, são tidos em conta diferentes aspetos no ato de compra, desde o tipo de atendimento ao cliente, o feedback de outros consumidores, a informação disponibilizada

acerca do produto até ao serviço pós-venda. Deste modo, mais do que vender produtos, as empresas devem focar-se ainda mais em vender serviços.

- **Desenvolvimento de produtos mais inteligentes e aumento da produtividade;**

À medida que o uso de novas tecnologias aumenta, os produtos adquirem cada vez mais capacidades digitais, devido à utilização de materiais mais inteligentes. Os sensores de monitorização em tempo real são um desses casos, uma vez que apresentam a capacidade de fornecer dados estatísticos de desempenho dos produtos prevenindo, assim, uma eventual falha e maximizando a utilização dos mesmos. Desta forma obtêm-se produtos e serviços mais customizados, capazes de satisfazerem os desejos específicos e individuais a custos reduzidos e, por isso, de valor acrescentado para o cliente.

- **Formação de novas parcerias e formas de colaboração;**

Hoje em dia, à medida que os serviços vão sendo cada vez mais baseados nas experiências e dados dos consumidores, torna-se necessária a criação de novas formas de colaboração, devido à velocidade com que a inovação ocorre.

Segundo Rösler (2015) a inovação pode ser definida como a “comercialização com sucesso de ideias inovadoras, incluindo novos produtos, serviços, processos ou modelos de negócio, que se traduzam numa melhor experiência para o cliente ou aumento de produtividade das empresas que as usam”.

Desta forma, a partilha de recursos de empresas por meio da inovação colaborativa, impulsiona ganhos significativos para ambas as partes a nível social e económico, na medida em que permite a redução de tempo e custos na criação de produtos e serviços inovadores e de valor acrescentado para as empresas e consumidores.

- **Transformação dos modelos operacionais em modelos digitais;**

Tendo em conta os impactos referidos anteriormente, as empresas estão a ser desafiadas no sentido de repensarem os seus modelos operacionais, isto é, a forma como se encontram organizadas e como operam. Assim, os planeamentos estratégicos organizacionais estão a sofrer transformações pela necessidade de as empresas terem de operar de forma mais rápida e mais ágil.

A quarta revolução industrial leva, assim, à ligação entre o mundo digital e o mundo físico, levando ao surgimento de plataformas virtuais globais. Desta forma, a necessidade de centrar o foco no consumidor altera o paradigma entre vender produtos ou distribuir serviços. Cada vez mais

o cliente procura o acesso aos produtos em plataformas digitais, como é o caso da plataforma de música Spotify ou o Kindle para a leitura de livros.

Princípios da Indústria 4.0

Segundo Hermann, Pentek, & Otto (2015) existem seis princípios fundamentais que formam a base do conceito de Indústria 4.0 (Hermann et al., 2015):

- **Interoperabilidade**: comunicação contínua e transparente entre os diferentes sistemas, pessoas e máquinas de uma indústria, através dos *Cyber-Physical Systems* (fusões dos mundos físico e virtual);
- **Virtualização**: criação de fábricas inteligentes através da monitorização e rastreabilidade de todos os processos produtivos, por meio da instalação de diversos tipos de sensores;
- **Descentralização**: possibilidade de sistemas CPS tomarem decisões de forma autónoma, fornecendo informações sobre o ciclo de trabalho das máquinas e melhorando, assim, os processos produtivos;
- **Capacidade de Operar em tempo real**: recolha, armazenamento e processamento de dados, de forma a acompanhar a produção em tempo real, disponibilizando toda a informação necessária à tomada de decisão, também em tempo real;
- **Orientação para o serviço**: utilização de softwares (aplicações) orientados para os serviços, de forma a padronizar métodos e processos específicos;
- **Flexibilidade**: processos produtivos mais flexíveis de forma a planear de acordo com a procura e sazonalidade do negócio, possibilitando, assim, a alteração de tarefas das máquinas facilmente.

Uma das grandes bases da Indústria 4.0 traduz-se na integração entre os diferentes sistemas, máquinas e processos existentes numa indústria. Desta forma, todos os dispositivos e máquinas inerentes a um processo produtivo deixam de trabalhar de forma isolada, operando como parte de um mesmo sistema. Os avanços tecnológicos dos últimos anos como o caso da *Internet of Things* e dos sistemas CPS permitiram, assim, a criação de oportunidades de melhoria, tornando essa mesma integração mais ampla, profunda e aberta. Deste modo, os sistemas de produção passam a ser capazes de processar uma grande variedade de dados de forma a transmitirem a informação em tempo real (Chen, 2017). Segundo o mesmo autor, este processamento é realizado tendo por base três tipos de integração:

- **Integração vertical:** aborda o problema da ligação entre todos os elementos inerentes ao ciclo de vida do produto, desde atividades de marketing, design, engenharia até às de produção e vendas. Desta forma, o uso de ferramentas tecnológicas como o *Manufacturing Execution System* (MES) e *Computer-aided Process Planning* (CAPP) permitem uma gestão mais eficaz e eficiente dos dados, do capital e dos recursos humanos de modo a apoiar a partilha de informação e conhecimento dentro de uma organização;
- **Integração horizontal:** ocorre quando uma empresa está integrada de modo profundo com os seus fornecedores e *stakeholders*, como no caso da gestão da cadeia de abastecimentos, tecnologia adotada pela indústria moderna. No entanto, existem ainda alguns desafios ao nível da eficiência, do estabelecimento de padrões comuns e da partilha de conhecimento, que podem ser ultrapassados através da implementação de uma base de conhecimento avançada de modo a aumentar a eficácia e a qualidade da integração;
- **Integração extremo-a-extremo:** caracterizada como a área mais ativa da indústria atual, esta integração é feita em três níveis distintos. Por um lado, permite a ligação no chão de fábrica entre as diferentes máquinas de forma a constituírem parte integrante do sistema de produção. Por outro, permite a ligação entre clientes e esse mesmo sistema, tornando, assim, possível a obtenção de feedback de forma fácil e em tempo reduzido. Por fim, a integração *product-service* possibilita ainda que o estado atual do produto seja diretamente monitorizado pelo fabricante, estendendo a cadeia de valor ao serviço pós-venda.

Principais tecnologias

Segundo (Santos et al., 2017) a implementação dos princípios da Indústria 4.0 só é possível graças aos avanços tecnológicos dos últimos anos nas áreas da informação e engenharia, nomeadamente:

- **IOT (Internet of things / Internet das Coisas):** comunicação via Internet entre diferentes dispositivos eletrónicos, responsáveis pela recolha e processamento de dados em tempo real para posterior partilha de informação. A base para o funcionamento da IoT passa pela instalação de sensores e outros atuadores, que permitam a integração total entre os processos, pessoas e máquinas (Ré, 2018);
- **Big Data:** num contexto de Indústria 4.0 são geradas grandes quantidades de dados provenientes das mais diversas fontes existentes numa indústria (máquinas, sensores, sistemas de produção, pessoas, etc.). A gestão de todos estes dados é um dos grandes

desafios deste conceito. Desta forma Big Data pode ser definido pelo conjunto volumoso de dados provenientes de diferentes fontes e recebidos a alta velocidade;

- **Realidade Aumentada**: dispositivos móveis com sistemas de posicionamento incorporados que permitem a representação da posição num mapa 3D e em tempo real de um determinado objeto, sendo vantajosa em situações de identificação de materiais numa indústria como a exemplificada pelos autores;
- **Manufatura Aditiva**: processo produtivo que faz uso de tecnologias como a impressão 3D de forma a possibilitar a criação de produtos com um maior nível de personalização reduzindo o tempo e os custos de produção;
- **Cloud**: a produção baseada em *cloud* consiste num modelo de produção que recorre a sistemas CPSs configuráveis que ligam computadores e servidores, aumentando assim a eficiência e reduzindo os custos de produção, enquanto melhoram a alocação de recursos por forma a dar resposta à procura variável do cliente. A *cloud* permite, desta forma, o armazenamento e acesso online a ficheiros em qualquer momento e local;
- **Cibersegurança**: representa um dos grandes desafios da implementação da I4.0 no que diz respeito à segurança e robustez dos Sistemas de Informação. Desta forma, a ligação entre os diferentes dispositivos existentes requer uma proteção mais cuidada dos dados e um controlo de processamento mais eficiente.

2.4 Sistemas de Informação e Indústria 4.0

Nas últimas décadas tem-se assistido a grandes avanços nas áreas tecnológicas e digitais, o que a maioria das empresas tende a acompanhar. De facto, hoje em dia, qualquer processo organizacional depende direta ou indiretamente de um Sistema de Informação. Neste sentido, o conceito de Indústria 4.0 visa a ligação entre os diferentes sistemas de forma a monitorizar toda a cadeia de valor, o que permite um fluxo contínuo, autónomo e automático desde a recolha de dados até à disponibilização de informação (Ré, 2018).

Hoje em dia, torna-se essencial para as empresas saber como tratar os dados recolhidos de forma a convertê-los em informação e, subsequentemente, em conhecimento. No entanto, existe nas organizações uma falta de capacidade de tratar a informação, que frequentemente nem chega a ser interpretada (Lee, Kao, & Yang, 2014).

Neste sentido, o conceito de Indústria 4.0, vem permitir que os diferentes SI e equipamentos físicos presentes numa linha de produção sejam capazes de comunicar entre si, tornando-se, assim,

essencial considerar o conceito de *Big Data*. De acordo com os autores, este conceito traduz vantagem competitiva para as organizações no sentido em que permite o armazenamento de grandes quantidades de dados que, após serem processados de forma a transmitirem informação, permitirão a redução de custos, a economia de tempo e o apoio na tomada de decisão (Lee et al., 2014).

No entanto, e como a implementação de um Sistema de Informação numa empresa pode revelar-se difícil e demorada, é necessário assegurar que todos os dados recolhidos sejam consistentes, credíveis, úteis e seguros, ou seja, é necessário assegurar a ideia de “*Smart Data*”. Desta forma, Lee et al. (2014) sugerem o uso de *Cloud Storage Hub (CSH)* que permite a gestão de diferentes dados e a integração dos mesmos num Sistema de Informação, armazenando-os e consolidando-os, enquanto fornecem toda a informação requerida pelo fornecedor.

Todos estes sistemas, quando integrados e usando os princípios de conectividade da Indústria 4.0, trarão grandes benefícios para as organizações, eliminando os desperdícios associados à redundância de sistemas, de dados e à de recursos necessários à gestão dos mesmos.

2.5 Desenvolvimento de um Sistema de Informação

Um Sistema de Informação é desenvolvido com o intuito de suportar o negócio de uma organização, partilhando toda a informação necessária, no tempo útil e de forma eficiente, devendo para isso estar alinhado com os objetivos da empresa de que faz parte (Teixeira, Ferreira, & Santos, 2004). Segundo estes autores todo o processo de desenvolvimento de um SI engloba um conjunto de componentes e tecnologias na sua estrutura e um grupo de *stakeholders* nas diferentes fases, que pode dividido em:

- **Analistas de Sistemas:** responsáveis por estudar o problema e definir as necessidades dos potenciais utilizadores, formulando um relatório a ser trabalhado pelos projetistas;
- **Projetistas:** responsáveis técnicos que convertem os requisitos dos utilizadores em soluções técnicas;
- **Programadores:** especialistas tecnológicos responsáveis por implementar o Sistema de Informação com base no trabalho dos projetistas;
- **Utilizadores:** pessoas que vão interagir com o Sistema desenvolvido;
- **Proprietários do Sistema:** todos os responsáveis pelo financiamento, gestão e manutenção do sistema.

De acordo com (Dennis, Wixom, & Roth, 2017), o processo de desenvolvimento de um Sistema de Informação deve englobar as seguintes quatro fases: planeamento, análise, projeto/design e implementação. Desta forma as primeiras etapas centram-se na identificação de um projeto de valor acrescentado para a empresa, com o intuito de se analisar a viabilidade do mesmo a nível técnico, económico e organizacional. Teixeira et al. (2004) apontam também quatro fases principais que conduzem o processo de desenvolvimento de um SI e que se encontram resumidas seguidamente:

- **Análise do problema**: o analista e o proprietário reúnem com o intuito de clarificarem o problema e de identificarem possíveis soluções para o resolver. Nesta fase os processos de negócio são ainda analisados de modo entender os benefícios que o novo sistema lhes trará;
- **Análise dos requisitos**: o analista trabalha em conjunto com o grupo de potenciais utilizadores com o objetivo de ajustar a proposta às suas necessidades (requisitos);
- **Modelização do Sistema**: os projetistas convertem toda a informação recolhida nas fases anteriores numa linguagem gráfica, facilitando assim a comunicação entre os diferentes *stakeholders* envolvidos no projeto. “É nesta fase que se faz a ‘ponte’ entre a solução descrita na especificação e a implementação dessa solução, fazendo uso de uma determinada linguagem gráfica (metodologia)” (Teixeira et al., 2004);
- **Implementação**: os programadores convertem os modelos elaborados na fase anterior numa linguagem executável pelo computador, escolhendo para tal a tecnologia mais adequada.

Existem diferentes tipos de abordagens a adotar no projeto de um Sistema de Informação, as quais, de um modo geral, referem as quatro etapas mencionadas acima (Teixeira et al., 2004). No desenvolvimento de SI é, também, muito importante, considerar os eventuais problemas que possam surgir durante o seu desenvolvimento, sendo por isso necessário definir e pôr em prática princípios, regras e estratégias que conduzam a melhorias significativas durante esse processo. Deste modo, a UML (*Unified Modeling Language*) surge como uma linguagem gráfica capaz de auxiliar os intervenientes nos projetos de desenvolvimento de softwares e sistemas (Silva & Videira, 2001).

2.5.1 Tipos de abordagem no desenvolvimento de Sistemas de Informação

Sommerville (2011) apresenta no seu livro *Software Engineering* diversas abordagens possíveis no desenvolvimento de um sistema, das quais se podem destacar os seguintes modelos: desenvolvimento em cascata, desenvolvimento Incremental, desenvolvimento em espiral e o RUP (*Rational Unified Process*). Segundo o autor estes modelos traduzem a representação do processo de desenvolvimento de um sistema, de uma perspetiva diferente de modelo para modelo. Como esta representação é simplificada estas abordagens fornecem apenas informações parciais de todo o processo, mas revelam ser importantes para o desenvolvimento de um Sistema de Informação.

- **Modelo em Cascata**

Este primeiro modelo abrange as atividades principais de um processo de desenvolvimento que se focam na especificação dos requisitos, desenho, implementação e testes e, por fim, na manutenção (Figura 3). O modelo em cascata representa assim um processo orientado para o planeamento, isto é, primeiro deve-se planear e agendar todas as atividades do processo antes de se iniciar o desenvolvimento do mesmo. Desta forma nenhuma fase é iniciada sem que a anterior seja concluída, havendo uma partilha de informação (feedback) entre as diferentes etapas do processo. Desta forma, por apresentarem um uso relativamente fácil, os desenvolvimentos baseados no modelo em cascata são uma abordagem comum (Sommerville, 2011).

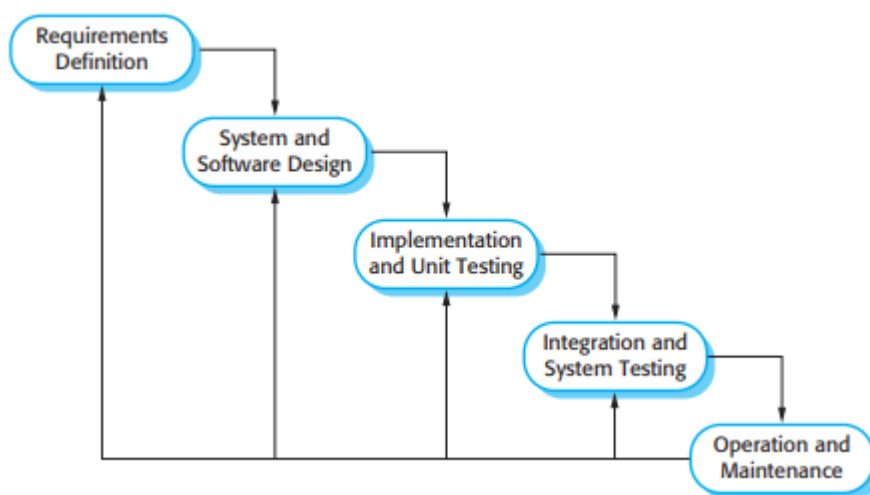


Figura 3 - Modelo em Cascata para desenvolvimento de SI. Fonte: Sommerville (2011)

- **Modelo Incremental**

O desenvolvimento incremental, é um modelo que incorpora as fases de especificação, desenvolvimento e validação de forma intercalada, fornecendo assim feedback de um modo mais rápido entre as diferentes atividades. Esta abordagem passa pelo desenvolvimento de diferentes versões do sistema, sendo incrementadas em cada versão melhorias/funcionalidades à anterior, até se obter o sistema final pretendido (Figura 4). Desta forma, este modelo apresenta um conjunto de benefícios que podem ser resumidos em (Sommerville, 2011):

- Na ocorrência de um erro numa das fases, o custo de reformulação é reduzido, uma vez que a quantidade de análise e documentação que necessita de ser refeita é muito menor quando comparada com a do modelo em cascata;
- O feedback do utilizador é obtido de forma mais rápida, uma vez que este pode ter a perceção do que vai sendo desenvolvido ao longo do projeto;
- Os utilizadores podem usufruir do sistema mais cedo mesmo que todas as funcionalidades ainda não estejam concluídas.

Apesar deste modelo poder apresentar problemas relevantes no desenvolvimento de sistemas de complexidade e porte grandes, esta abordagem é bastante usada no desenvolvimento de sistemas aplicativos (Sommerville, 2011).

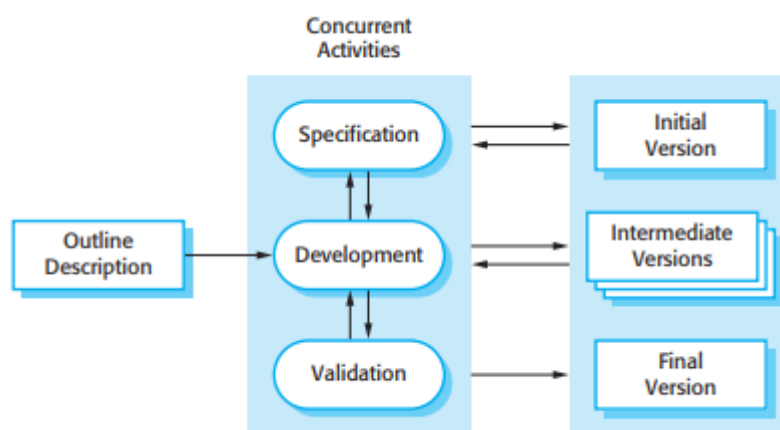


Figura 4 - Modelo Incremental para desenvolvimento de SI. Fonte: Sommerville (2011)

- **Modelo em Espiral**

Este modelo caracteriza-se por ser orientado para o risco, onde o processo de desenvolvimento é representado num formato espiral e cada *loop* corresponde a uma determinada fase do projeto (Figura 5). Desta forma, e de modo sequencial, os *loops* representam a viabilidade do sistema, a definição dos requisitos, a fase de design e por aí adiante, respetivamente. Cada um dos *loops* está ainda dividido em quatro setores que se caracterizam pela definição dos objetivos, avaliação e redução dos riscos, desenvolvimento e validação e pelo planeamento. Desta forma, este modelo distingue-se dos restantes pelo facto de considerar o fator risco ao longo de todo o processo de desenvolvimento do sistema, diminuindo a probabilidade de ocorrência de erros por meio da construção de protótipos e do feedback dos utilizadores. Este modelo também é considerado como um tipo de abordagem iterativa e incremental, sendo utilizado para o desenvolvimento de sistemas em larga escala (Sommerville, 2011).

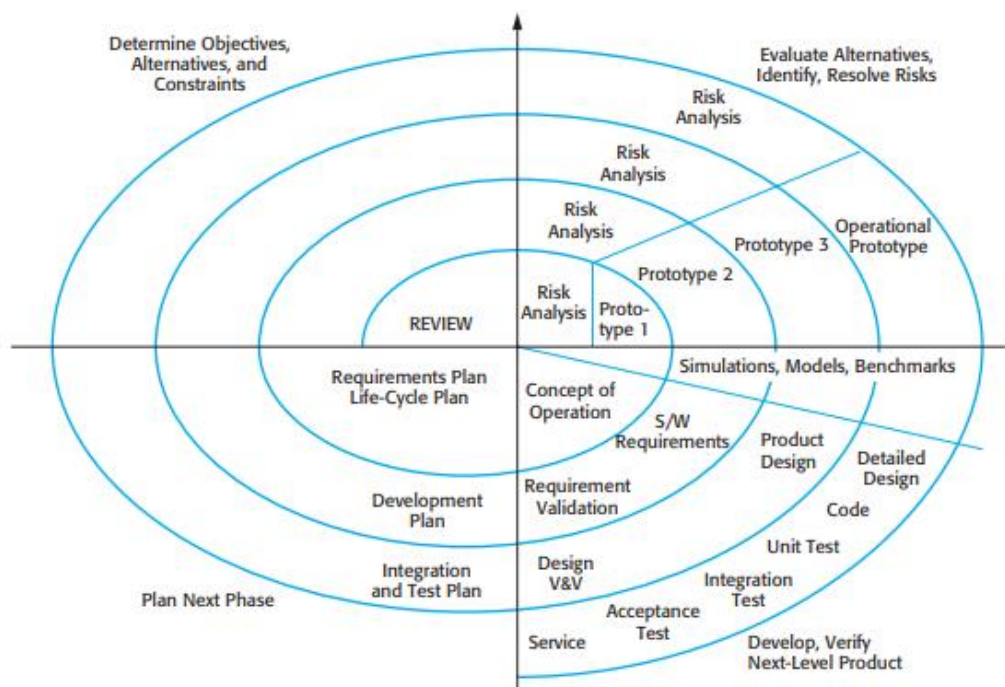


Figura 5 - Modelo em Espiral para desenvolvimento de SI. Fonte: Sommerville (2011)

- **Modelo RUP - Rational Unified Process**

Ao contrário dos modelos convencionais que traduzem uma única visão, a abordagem de desenvolvimento RUP integra três perspectivas diferentes no seu processo (Sommerville, 2011):

- Perspetiva dinâmica: representação das fases do processo de desenvolvimento ao longo do tempo;
- Perspetiva estática: representação das atividades do processo que são executadas;
- Perspetiva prática: sugestão de boas práticas a serem aplicadas durante o processo.

Por outro lado, para além de ser uma abordagem orientada a objetos, as fases do modelo RUP relacionam-se mais com os negócios, em contraste com outros modelos em que as fases são equiparadas às atividades a serem realizadas. Desta forma, estas podem ser resumidas em (Sommerville, 2011):

- 1) Fase de iniciação: esta etapa engloba a definição do âmbito do projeto e avaliação da viabilidade do mesmo. Ainda nesta fase são definidas todas as entidades que irão interagir com o sistema;
- 2) Fase de elaboração: esta fase compreende a descrição da arquitetura do sistema, o plano de desenvolvimento do mesmo e a especificação do conjunto de requisitos que pode ser feita através de um diagrama de *use-cases* UML;
- 3) Fase de Construção: nesta fase dá-se ênfase ao desenvolvimento do sistema que envolve o projeto, programação e teste do mesmo;
- 4) Fase de transição: na fase final o sistema é colocado à disposição dos utilizadores, devendo estar a funcionar corretamente.

Desta forma, esta metodologia destaca-se por apresentar uma separação entre as diferentes fases e os fluxos de trabalho (atividades), e por reconhecer que a implantação do sistema na fase de transição faz parte do processo (Figura 6). Por outro lado, foi desenvolvida em conjunto com a linguagem UML permitindo, assim, a representação e modelação dos resultados provenientes das diferentes fases do processo (Sommerville, 2011).

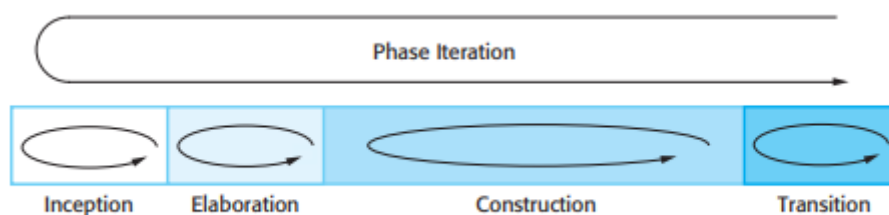


Figura 6 - Modelo RUP para desenvolvimento de SI. Fonte: Sommerville (2011)

Devido aos problemas que possam surgir durante o desenvolvimento de um sistema, torna-se necessário definir e pôr em prática princípios, regras e estratégias que conduzam a melhorias significativas no processo de desenvolvimento de um sistema. Desta forma, a UML surge como uma linguagem gráfica capaz de auxiliar todos os intervenientes associados ao projeto de desenvolvimento de softwares e sistemas (Silva & Videira, 2001).

2.5.2 Linguagem UML - Unified Modeling Language

As Tecnologias de Informação fazem, cada vez mais, parte integrante dos processos de negócio, suportando diariamente toda a informação que uma organização necessita, sendo o Departamento/Secção de Informática, a um nível organizacional, um dos alicerces responsáveis pelo suporte dos diferentes Sistemas de Informação. Deste modo, as empresas que pretendem desenvolver um SI devem ser capazes de facilitar a comunicação entre os diferentes *stakeholders* envolvidos nesse processo, desde os potenciais utilizadores até aos programadores responsáveis pelo desenvolvimento do mesmo. Assim, a UML surge como uma linguagem gráfica capaz de dar resposta aos desafios do desenvolvimento de novos sistemas (Nunes & O'Neill, 2004).

Traduzida por Linguagem de Modelação Unificada, a UML apresenta soluções de modelação orientadas a objetos que permitem a representação padronizada de um sistema, sendo usada com o intuito de especificar, construir, visualizar e documentar Sistemas de Informação (Nunes & O'Neill, 2004). A UML permite, assim, identificar os diferentes componentes de um processo organizacional, caracterizá-los e definir as suas interações, apresentando-se como uma linguagem

de modelação bastante perceptível, sendo por isso escolhida muitas vezes para a especificação dos requisitos do sistema a desenvolver (Ré, 2018).

Esta linguagem apresenta vários diagramas, que permitem visualizar o sistema em diferentes perspetivas e que se dividem em (Nunes & O'Neill, 2004):

- **Diagrama de Use Cases:** descreve graficamente as interações dos utilizadores (Atores) com o sistema, definindo a fronteira e os diferentes serviços (*Use Cases*) que devem ser disponibilizados a esses mesmos atores. Os *use cases* podem estar relacionados entre si através de ligações denominadas por dependências ou generalização, na qual esta última poderá ocorrer também entre atores. Uma relação que represente uma dependência pode ser designada por *extend* ou *include* consoante o seu significado. No tipo *extend* a relação representa um comportamento de carácter opcional que deve ser incluído num *use case*. Já uma relação do tipo *include* pretende representar uma funcionalidade de um determinado *use case* que é usada obrigatoriamente quando outro *use case* é utilizado. A generalização, por sua vez, é uma relação que ocorre quando um *use case* (ou ator) representa um caso particular de um outro *use case* (ou ator). Deste modo, este diagrama apresenta como principal objetivo a identificação e comunicação dos requisitos dos utilizadores do sistema;
- **Diagrama de Classes:** descreve a estrutura do sistema em termos de informação através de classes e das suas relações. Uma classe pode ser definida como a representação um conjunto de objetos que apresentam a mesma estrutura e comportamento. Neste diagrama podem-se encontrar relações de associação, agregação, generalização/especialização e de dependência;
- **Diagrama de Objetos:** representa o diagrama de classes focado numa determinada situação;
- **Diagrama de Sequência e Diagrama de Colaboração:** estes diagramas de interação permitem representar a forma como os diferentes objetos interagem no sistema de forma a fornecerem os *use cases*;
- **Diagrama de Atividades:** descreve as atividades realizadas por cada um dos objetos do sistema numa perspetiva de *workflow*;
- **Diagrama de Estados:** descreve as alterações dos valores dos atributos após a ocorrência de um determinado evento;

- **Diagrama de Componentes:** utilizado para descrever os componentes *software* que fazem parte da arquitetura informática do sistema;
- **Diagrama de instalação:** diagrama que especifica o *hardware* necessário e descreve a distribuição dos componentes da aplicação pelos elementos da arquitetura.

Deste modo, o objetivo da UML centra-se na utilização da mesma linguagem de modelação durante o processo de desenvolvimento de um sistema, independentemente do projeto ou organização responsável pelo mesmo (Silva & Videira, 2001). A linguagem UML pode ainda ser interpretada como um meio que facilita a comunicação entre os diferentes intervenientes no projeto, desde a equipa técnica até aos seus utilizadores (Nunes & O'Neill, 2004).

2.6 Qualidade e Gestão da Qualidade

A evolução da qualidade deu-se ao longo dos tempos através das quatro “Eras da Qualidade” que se encontram divididas em: Era da Inspeção, Controlo da Qualidade, Garantia da Qualidade e Gestão da Qualidade Total (Ferreira, 2017).

A preocupação das empresas em inspecionar os seus bens e serviços caracterizou, assim, a primeira etapa evolutiva da qualidade, que tinha como objetivo a inspeção dos produtos no final do processo produtivo e a identificação dos que apresentavam defeitos. Desta forma, surge nas empresas o inspetor da qualidade, cuja função se centrava na separação das peças defeituosas das peças conformes. No entanto, apesar desta prática conseguir garantir que produtos com defeito não chegassem ao consumidor final, havia um elevado desperdício de peças e uma despreocupação em produzir com qualidade (Mendes, 2007).

Neste seguimento, a segunda era da qualidade, baseada no controlo estatístico, surge com o propósito de identificar os desvios de qualidade e as suas eventuais causas, através da introdução de técnicas de amostragem. Deste modo, a adoção de uma inspeção mais eficiente e a introdução da análise estatística despertaram uma maior preocupação das empresas em satisfazer os seus clientes (Ferreira, 2017).

Posteriormente, com a era da Garantia da Qualidade, o foco começa-se no cliente e na sua satisfação, de modo a assegurar que este adquira os bens e serviços e que mantenha sempre a

satisfação ao longo do tempo de utilização. Deste modo a qualidade expande-se dos aspetos meramente produtivos para implicações mais amplas como o cumprimento de prazos de entrega e a padronização (Ferreira, 2017).

A partir da década 80 a qualidade ganha uma visão mais alargada passando a ser responsabilidade de toda a empresa e não, apenas, de um único departamento. Neste sentido, a qualidade adota uma posição mais preventiva cujo objetivo passava por satisfazer o cliente de modo a atender e exceder as suas expectativas, havendo trabalho em equipa e a procura de soluções de problemas e melhoria continua (Mendes, 2007).

Nos dias de hoje, a qualidade pode ser traduzida como a procura contínua pela melhoria em todos os aspetos de um negócio (Z. L. Pereira & Requeijo, 2008). Desta forma, o conceito de qualidade deve ser implementado em todos os processos, independentemente da empresa, de modo a aumentar não só a produtividade, mas também a competitividade. Desta forma, a qualidade é, portanto, um fator crítico na determinação do sucesso de qualquer organização, exigindo o comprometimento e o envolvimento de todos os colaboradores e a prática de atividades preventivas, de forma a obter a qualidade pretendida sem custos adicionais (Z. L. Pereira & Requeijo, 2008).

Assim, o conceito de qualidade pode ser definido como o cumprimento das especificações ou exigências do consumidor de modo a garantir a sua satisfação. Neste sentido, um produto é considerado de alta qualidade quando cumpre as requisitos do cliente, isto é, quando funciona como esperado sem qualquer tipo de defeito (Judi, Jenal, & Genasan, 2011). Desta forma surge o processo de controlo de qualidade que engloba todas as atividades responsáveis por garantir que os diferentes produtos e serviços de uma empresa apresentam a máxima qualidade possível para os consumidores (Judi et al., 2011).

Por sua vez, o conceito de gestão de qualidade, originado da integração da garantia de qualidade na gestão das empresas, pode ser definido como o conjunto de todas as atividades que geram e controlam uma organização, focadas na qualidade dos produtos e serviços da mesma (Ferreira, 2017).

Recentemente o conceito de qualidade tem sido associado ao de inovação, uma vez que os diferentes princípios, ferramentas e técnicas de qualidade podem ser relacionados com este último. De facto, as Tecnologias de Informação e Comunicação, por serem uma realidade muito presente nos dias de hoje, têm proporcionado o desenvolvimento de novos tipos de negócio como o caso do *e-business*. Desta forma, a qualidade não pode permanecer indiferente a este desenvolvimento,

devendo aproveitar as vantagens que as TICs oferecem. De facto, o uso de novas tecnologias pode contribuir para o alcance dos objetivos da qualidade, melhorando o processo de comunicação e partilha de informação, uma vez que podem permitir a recolha e partilha da mesma em tempo real (Z. L. Pereira & Requeijo, 2008).

3. Projeto Prático: Automatização e melhoria de processos de qualidade

O trabalho desenvolvido neste projeto teve como objetivo, tal como já foi referido, automatizar e melhorar diferentes processos inerentes ao setor da qualidade, acrescentando valor não só às atividades inerentes a este departamento, mas também aos restantes da empresa.

Neste capítulo apresentam-se os problemas estudados, a sua análise, as propostas de melhoria e os resultados da sua implementação, nos casos em que tal foi possível. Assim, o capítulo está organizado em quatro secções, cada uma delas dedicada à abordagem de um problema em particular.

3.1 Sistema de Informação para Gestão de Meios de Controlo

Devido às dimensões da Renault Cacia, surgiu a necessidade de realizar um recenseamento dos Meios de Controlo (MC) existentes, com o propósito de melhorar o processo de gestão dos mesmos. Esta necessidade surge pelo facto de a empresa possuir um número alargado de dispositivos de controlo e por se encontrar numa fase de mudança, que se traduz na introdução de novas linhas de produção e no encerramento de outras cujos produtos serão descontinuados, o que dificulta bastante o trabalho da equipa de manutenção dos mesmos.

Assim, tornou-se imprescindível a criação de um Sistema de Informação que possua todos os dados pertinentes relativos aos MCs existentes ou que possam vir a existir, de forma a ser possível fazer uma gestão eficaz dos diferentes Meios de Controlo. Para além de possuir toda a informação necessária, este SI deverá possibilitar, ainda, a identificação dos Meios de Controlo nas diferentes implantações da fábrica, para que os utilizadores os possam localizar rápida e eficazmente.

Para o desenvolvimento desta parte do projeto foi seguido o Modelo Incremental cujas fases principais foram a Análise de Requisitos, o Desenho do Sistema e a sua Implementação e Testes. Seguidamente apresentam-se pormenorizadamente cada uma das referidas fases.

- **Definição e Análise dos Requisitos**

Como referido, pretende-se desenvolver um SI que armazene os dados dos Meios de Controlo existentes na fábrica toda por forma a que a sua gestão seja facilitada e centralizada. Os

dados a introduzir poderão ser posteriormente alterados ou eliminados, consoante a instalação de um novo meio ou a eliminação de um existente. Desta forma, o sistema deve reportar as diferentes especificações de cada meio, como o número do meio, a linha de produção em que se encontra, entre outros. Este sistema deve possibilitar, ainda, uma visualização intuitiva dos meios de controlo, através de uma cartografia digital das diferentes linhas de produção. O utilizador deve conseguir visualizar os meios pesquisando pelo número identificativo do mesmo ou através da página correspondente à linha de produção que pretende ver. O Sistema deverá, também, apresentar os dados mais relevantes associados a cada meio.

Deste modo, o trabalho pretende conjugar dois objetivos principais: (i) a recolha e armazenamento das especificações dos meios de controlo numa base Excel e (ii) a realização de uma cartografia em formato digital (Microsoft Visio) que permita uma localização rápida e intuitiva dos mesmos no chão de fábrica. Para além disto, através da utilização do Ping, comando usado para verificar a ligação entre equipamentos, será possível também apurar os Meios de Controlo que se encontram desligados da rede, reportando essas situações aos utilizadores do SI via correio eletrónico (Outlook).

O documento Excel a criar funcionará como um ficheiro único que contém todos os dados recolhidos e que estará ligado à cartografia Visio, que, por sua vez, compilará as diferentes implantações das linhas de produção com a representação gráfica dos meios nas mesmas. Assim, o desenvolvimento deste projeto implica uma gestão contínua de todos os dados e um fluxo constante de comunicação entre os diferentes intervenientes no projeto, com o propósito de a informação necessária estar permanentemente atualizada.

Neste seguimento, foi necessário estipular previamente os critérios a adotar para a realização do projeto. Desta forma, foram determinados os tipos de dispositivos de controlo a serem recenseados. De um modo geral, estes agrupam-se da seguinte forma:

- **Meios de Controlo manuais**: calibres passa-não passa e comparadores (Figura 7). Estes meios são responsáveis por realizar um teste de conformidade através do diâmetro e profundidade dos diferentes furos realizados nas peças. Desta forma, uma das extremidades de um calibre deste tipo deve passar e a outra não, durante o teste, para a peça ser então considerada como conforme. No caso dos comparadores é verificado se a profundidade do furo se encontra dentro dos limites estipulados;



Figura 7 - Exemplo de Comparadores analógicos e Calibres do tipo passa / não passa

- **Meios de Controlo Centralizados:** centrais de controlo (Figura 8). Este tipo de meios difere dos anteriores por estar conectado à rede da empresa e por permitir em muitos dos casos um envio de dados para o QDAS de modo automático;



Figura 8 – Exemplo de uma central de controlo

- **PCs Procella:** Apesar de não estar diretamente relacionado com o controlo de peças, este tipo de computadores é usado para o registo de dados no programa estatístico QDAS (Figura 9).



Figura 9 – Exemplo de computador para o registo de dados na base QDAS

Tendo em conta as três tipologias mencionadas acima, definiu-se então que os meios manuais não seriam incluídos no projeto, uma vez que sofrem avarias ou substituições com rara frequência e existe um número alargado destes quando comparado com os restantes, o que levaria a um investimento maior de tempo, dificultando a conclusão do trabalho.

Na fase seguinte, e de forma a recolher toda a informação necessária, decidiu-se que tipos de dados deveriam ser recolhidos e armazenados. Como já existia um ficheiro Excel com alguns deles, este foi o ponto de partida para essa decisão. Deste modo, foram conciliadas as necessidades das equipas do projeto (e por isso futuros utilizadores) com os dados a recolher, para assim existir um ficheiro único com toda a informação relevante para as diferentes equipas. Os dados a recolher resumem-se essencialmente em:

- **ID Meio**: Número identificativo do Meio de Controlo Centralizado ou do PC Procella
- **Departamento**: definir se o meio se encontra no edifício dos Motores (CM) ou no das Caixas de Velocidade (CV);
- **Atelier**: atelier a que corresponde a linha de produção do meio;
- **Linha**: linha de produção onde se encontra o meio;
- **IP**: Endereço de Protocolo da Internet;
- **Passivo**: código correspondente à “porta” no servidor à qual o meio está conectado;
- **OS**: Sistema Operativo do meio;
- **RAM**: memória RAM;
- **OP**: ordem de produção pelo controlo da qual o meio é responsável;
- **Observações**: eventuais comentários a documentar;
- **Ligado**: ligação do meio à rede, reportando “0” caso não esteja ligado.

Seguidamente foram identificados os diferentes atores do sistema e as suas necessidades através do diagrama *Use Cases* da linguagem UML:

- **Base de dados em Microsoft Excel**: sistema que armazena os dados das especificações dos Meios de Controlo;
- **Documento Microsoft Visio**: sistema que representa graficamente os Meios de Controlo nas implantações do chão de fábrica;
- **Programa “Ping”**: sistema responsável por reportar os Meios de Controlo que estão desligados da rede;

- **Programa Outlook**: sistema responsável por converter E-mail com os meios desligados num ficheiro em formato txt para leitura dos dados;
- **Utilizador**: ator que, para além de gerir os diferentes documentos, é responsável também por corrigir os problemas de não ligação à rede dos Meios de Controlo.

Tabela 1 - Descrição das ferramentas do sistema e das suas funcionalidades

Ferramenta	Funcionalidade
Excel	<ul style="list-style-type: none"> • Armazena dados • Lê ficheiro txt e regista meios desligados
Visio	<ul style="list-style-type: none"> • Procura Meio de Controlo (por pesquisa de ID ou por linha de produção) • Representa meios nas implantações • Liga os dados de Excel aos meios representados • Apresenta meios desligados da rede • Apresenta dados mais relevantes
Ping	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica conectividade dos Meios de Controlo • Cria email com meios desligados da rede
Outlook	<ul style="list-style-type: none"> • Envia email com meios desligados ao utilizador • Converte email em ficheiro txt

Posto isto, foram reunidas as condições necessárias para iniciar a realização do recenseamento. Em parceria com a informática, foram então levantados os dados mencionados, ao mesmo tempo que se identificou a localização exata de cada meio. Deste modo, à medida que era encontrado um Meio de Controlo no chão de fábrica, os seus dados eram inseridos no ficheiro Excel e a sua localização era apontada numa implantação, para posteriormente ser colocada no documento Visio.

- Desenho do Sistema

O projeto do sistema foi realizado a partir dos dados armazenados no ficheiro Excel e recorrendo ao Microsoft Visio, de forma a ser possível representar virtualmente os Meios de Controlo na implantação da fábrica. Desta forma, a Cartografia (documento Visio) apresenta um conjunto de menus que podem ser resumidos em:

- **Menu Principal:** neste menu o utilizador encontra as ligações para o Departamento das Caixas de Velocidade (CV) e para o dos Motores, onde serão apresentadas as diferentes linhas de produção correspondentes a cada um destes departamentos (Figura 10). Ainda neste Menu, o utilizador poderá consultar o meio de controlo através do botão de pesquisa no canto inferior esquerdo (Figura 11). No caso de ser submetido um ID válido o utilizador será encaminhado para a linha de produção correspondente. Caso contrário, será emitido um alerta.

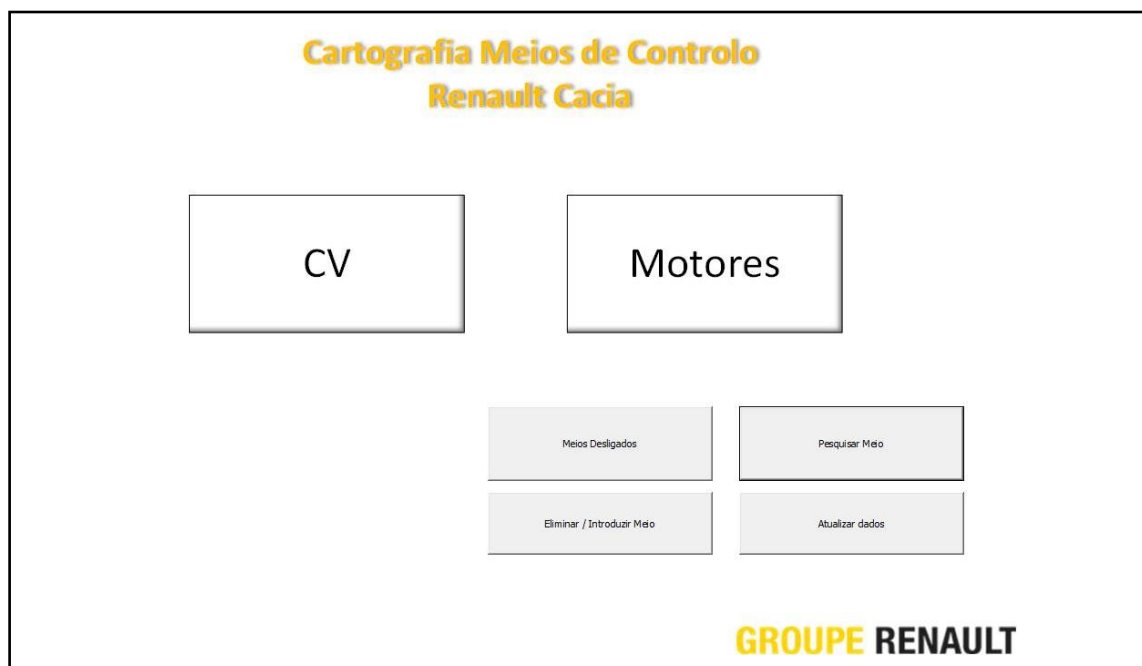


Figura 10 – Menu Principal da Cartografia em Visio

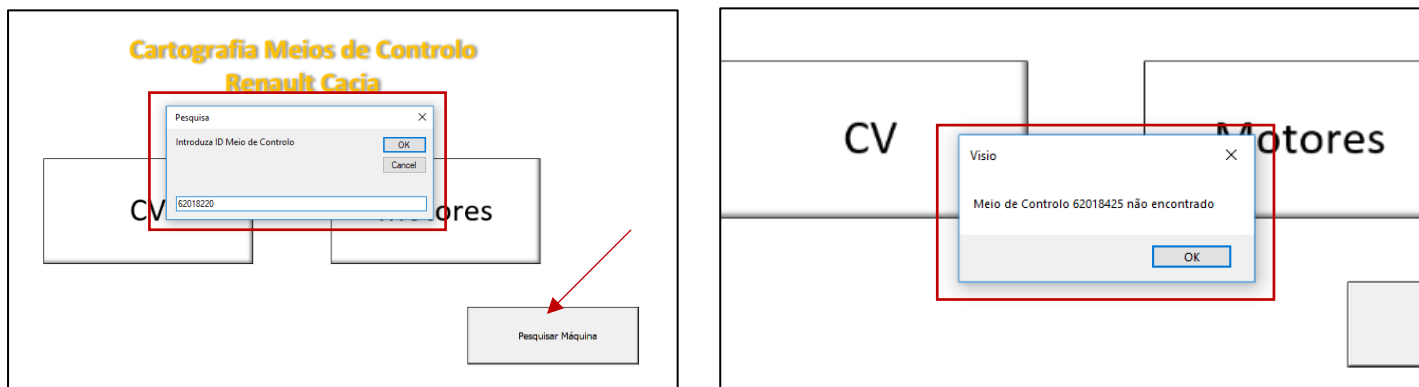


Figura 11 – Menu Principal para pesquisa de Meio de Controlo da Cartografia em Visio

- **Menu Departamento dos Motores:** neste menu encontram-se as diferentes linhas de produção deste departamento, que encaminham o utilizador para a página da linha de produção escolhida (Figura 12).

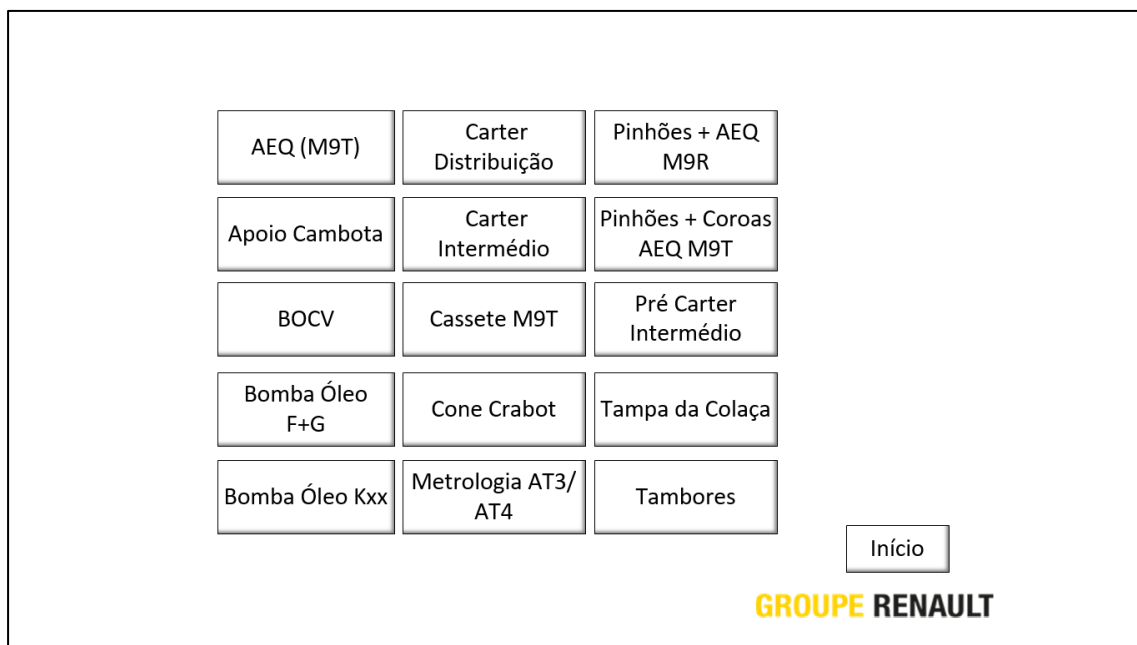


Figura 12 – Menu Departamento dos Motores

- **Menu Departamento das Caixas de Velocidade:** à semelhança do menu anterior este apresenta também as diferentes linhas de produção deste departamento (Figura 13).

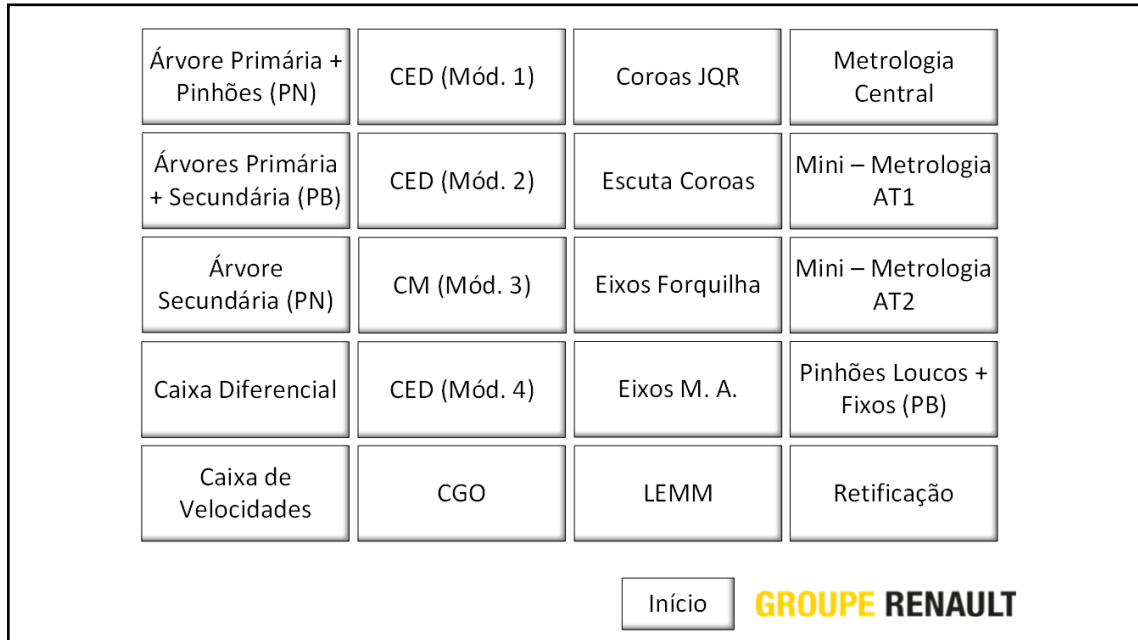


Figura 13 – Menu Departamento das Caixas de Velocidade

- **Menu Linha de Produção:** este menu abrange todas as linhas de produção da fábrica e ainda os laboratórios de controlo. Nestes, os Meios de Controlo encontram-se representados através de *shapes* (formas) onde as centrais são identificadas através de uma *shape* circular e os PCs através de uma quadrangular. Para além disto, cada forma tem um único nome que corresponde ao ID do respetivo meio. Como se pode verificar no exemplo seguinte, através da pesquisa pelo Meio de Controlo no menu inicial, o utilizador é encaminhado para a respetiva linha de produção de forma a ser identificado o meio. Nestes casos o meio fica então destacado por uns segundos para assegurar que o utilizador o encontra de forma rápida. Ainda neste menu é possível visualizar o IP e o Passivo de cada um dos meios através do botão “Dados” (Figura 14). Esta foi a informação escolhida, uma vez que revela ser a de carácter mais importante para os futuros utilizadores. Em cada implantação encontram-se ainda identificados o número e a letra correspondente às colunas do edifício que estão mais perto dessa linha, para a localização do meio no chão de fábrica ser mais rápida.

- **Menu Meios Desligados:** este menu é responsável por apresentar os Meios de Controlo que se encontram desligados da rede (Figura 15). No caso de um meio estar desligado, o programa abre a página correspondente à linha de produção desse meio. No final emite um aviso com o ID e a Linha de cada um dos meios desligados.

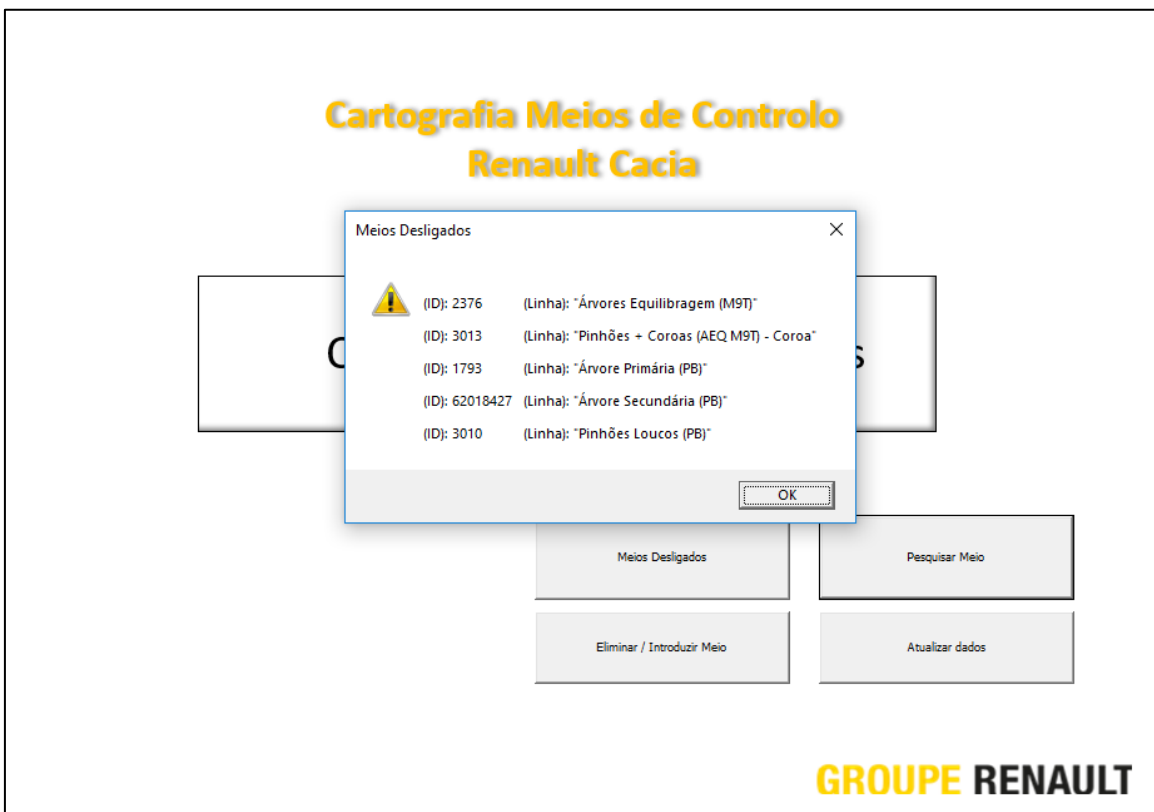
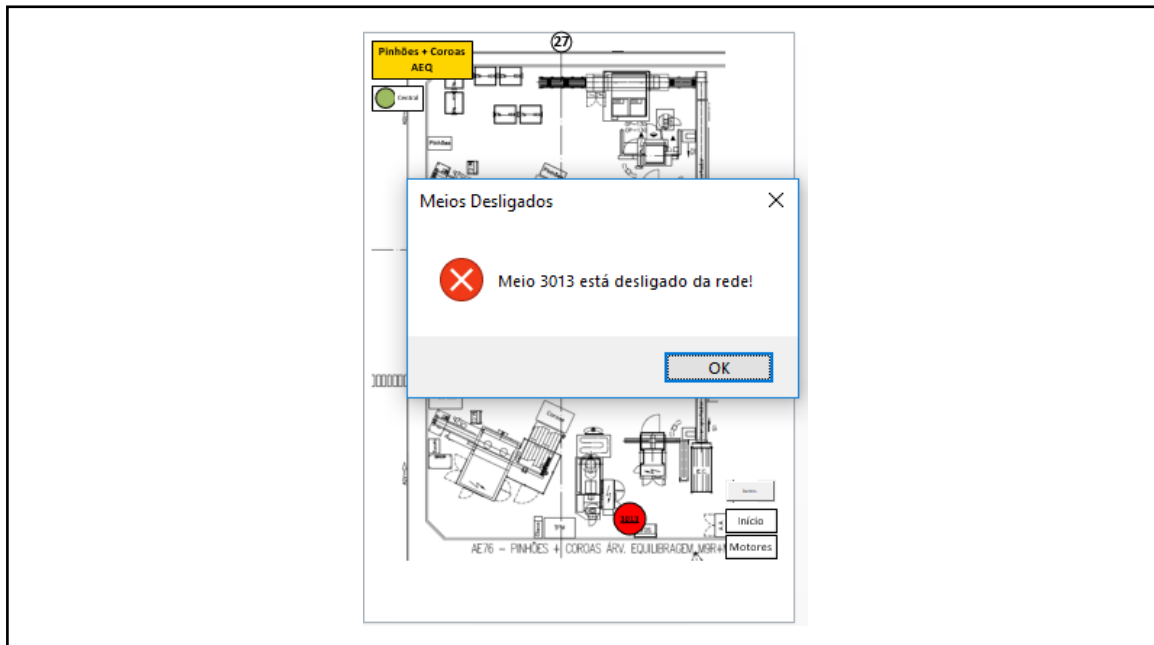


Figura 15 – Exemplo do funcionamento da opção “Meios Desligados”

- Operacionalização do Sistema de Informação

De forma a ser desenvolvido um sistema intuitivo e automatizado foi decidido recorrer à linguagem Visual Basic for Applications (VBA) e ao “Programador de Tarefas”, ferramenta administrativa disponibilizada pelo Windows. Desta forma, o VBA foi a linguagem de programação escolhida uma vez que é comum aos diferentes programas do Microsoft Office, permitindo, assim, a execução de códigos dentro das próprias aplicações de forma a automatizar diferentes processos.

Neste seguimento foram então desenvolvidos diferentes códigos para os documentos Excel e Visio e, por conseguinte, para o programa Outlook, de forma a cumprirem os requisitos necessários. O documento Microsoft Visio, que representa a Cartografia desenvolvida, apresenta uma maior extensão de código que essencialmente se resume no cumprimento das seguintes funções:

- Pesquisar Meio através de ID: através da introdução do número identificativo do MC o programa faz uma pesquisa na Cartografia e no caso de encontrar uma *shape* com o nome correspondente a esse ID abre a página onde ela se encontra e a destaca por segundos. Caso não encontre nenhuma *shape* (meio) com esse nome reporta o aviso “Meio de Controlo não existente!”;
- Mostrar/Ocultar dados: função responsável por mostrar ou ocultar na Cartografia o IP e o Passivo de cada meio consoante a necessidade do utilizador;
- Atualizar dados: função que atualiza os dados importados do documento Excel e que conecta esses mesmos dados a cada uma das *shapes* (meios) introduzidas, para ser possível assim visualizar os dados através da função descrita em cima e para que toda a informação se encontre sincronizada e atualizada;
- Apresentar Meios desligados: através dos dados introduzidos, mais especificamente do dado “Ligado”, o programa procura pelos meios que nesse campo devolvem “0”, ou seja, que se encontram desligados da rede. Nestes casos, abre as diferentes páginas e destaca-os, reportando no final um aviso com o ID e a Localização de cada um desses meios;
- Introduzir/Eliminar Meio: no surgimento da necessidade de introduzir ou eliminar um Meio de Controlo o utilizador pode-o fazer de forma mais rápida e intuitiva. No primeiro caso basta escolher o departamento e linha onde pretende adicionar um novo meio e o seu tipo (Central ou Procella), introduzindo um ID. No caso de o

programa verificar que ainda não existe um meio introduzido com esse ID ele adiciona a nova *shape* e protege-a contra eventuais formatações, assegurando assim que não ocorram alterações indesejáveis na Cartografia;

Por sua vez, o programa Outlook possui também uma função desenvolvida em Visual Basic. Esta função é responsável por converter o E-mail com os Meios Desligados (enviado automaticamente todos os dias através do programa Ping) num ficheiro em formato de texto (.txt) que posteriormente será lido pelo Excel. Neste seguimento o documento Excel, que armazena todos os dados, importa o conteúdo desse documento de texto e insere um “0” no campo “Ligado” consoante os ID dos Meios que tenha encontrado nesse documento.

Por fim, e de modo a automatizar a execução dos códigos desenvolvidos, foi utilizado o “Programador de Tarefas”. Desta forma é possível agendar determinadas tarefas de forma a que o sistema as execute automaticamente. Assim, todos os dias o Computador começa por abrir o Outlook após receber o E-mail, convertendo-o no ficheiro de texto e o guardando-o numa pasta especificada. Posteriormente, abre o ficheiro Excel de modo a executar o código responsável por verificar os Meios Desligados e atualizar o campo “Ligado”. Por fim, a Cartografia em Visio é atualizada de cada vez que se abre o documento e de cada vez que o utilizador recorra à função “Atualizar Dados”. Deste modo é possível garantir que toda a informação se encontre atualizada e que certos processos sejam executados automaticamente sem a necessidade de o utilizador despendar tempo em atividades NVA, como a introdução manual dos dados dos meios desligados.

3.2 Desperdícios associados ao processo de controlo de uma linha de produção

O controlo de qualidade é uma atividade cada vez mais importante no setor industrial. Desta forma, a Renault possui diferentes meios de controlo, com o intuito de garantir a conformidade dos produtos fabricados. Estes meios registam os dados de diferentes características avaliadas, sendo posteriormente enviados para uma base estatística central, o “QDAS”. Esses envios são ainda, na sua maioria, assegurados de forma manual, estando a eles associadas atividades de valor não acrescentado (NVA), como por exemplo a deslocação do local de controlo ao local de registo dos dados (computador fixo).

Assim, esta parte do projeto tem como objetivo principal realizar um estudo em linhas de produção chave de forma a identificar os desperdícios associados a todo o processo de controlo e registo de dados, desenvolvendo-o de acordo com as seguintes etapas:

- 1) observação no terreno de modo a entender o funcionamento do processo e a recolher dados;
- 2) quantificação do tempo despendido em todo o processo (controlo e registo);
- 3) identificação de desperdícios;
- 4) identificação e/ou desenvolvimento de solução capaz de reduzir o tempo de processo;

Neste seguimento, foram propostas as linhas de maquinaria e montagem das Bombas de Óleo de Cilindrada Variável (BOCV) como alvo de estudo deste projeto.

A Bomba de Óleo de Cilindrada Variável é um dos componentes produzidos pela Renault Cacia, sendo o “coração do sistema de lubrificação do motor” (Renault, 2019). Este tipo de bomba permite ajustar o débito de óleo de modo a reduzir o consumo de energia da mesma. Atualmente são produzidos dois tipos de BOCV, que se caracterizam pelas bombas do tipo M9T e do tipo Hxx, sendo ambas compostas essencialmente por dois componentes: o corpo e a tampa da bomba.

O processo de produção de uma BOCV divide-se na sua maquinaria e posterior montagem, estando assim esse processo repartido por duas linhas de maquinaria e duas linhas de montagem, de acordo com os tipos de BOCV existentes (Figura 16). Desta forma, a maquinaria inicia-se pelo abastecimento das linhas com o corpo e a tampa em bruto. Cada uma delas recebe assim os componentes correspondentes ao tipo de bomba que têm de maquinar e, uma vez maquinados, os componentes são transportados por AGV para o processo de lavagem e secagem, onde ficarão prontos para as linhas de montagem, para se acoplar a tampa ao corpo da bomba. Aqui, a Linha 1 (L1) é a responsável pela montagem das bombas do tipo Hxx e a Linha 2 (L2) pelas do tipo M9T.

Concluiu-se que no total são controladas 7 operações que envolvem o processo produtivo da bomba M9T e 5 da bomba Hxx, estando estas divididas pela maquinação e montagem como indicado na Tabela 2.

Tabela 2 – Operações de Produção afetadas pelo processo de controlo de qualidade e meios utilizados

	TIPO BOMBA	OPERAÇÃO (OP)	TIPO DE CONTROLO
MAQUINAÇÃO	M9T	110	Calibre passa / não passa + Comparador
		120	Calibre passa / não passa + Comparador
	Hxx	110	Calibre passa / não passa + Comparador + Controlo Visual
MONTAGEM	Hx	15	Calibre passa / não passa
		30	Calibre passa / não passa
		50	Calibre passa / não passa
		60	Calibre passa / não passa
	M9T	25	Calibre passa / não passa
		35	Calibre passa / não passa
		40	Visual
		60	Calibre passa / não passa

Em ambos os casos foram identificados três tipos de meios de controlo usados no processo que se resumem em:

- **Controlo Calibre passa / não passa:** no caso das BOCV, o controlo de qualidade é feito recorrendo essencialmente a calibres do tipo passa / não passa. Estes calibres são responsáveis por verificar a conformidade de uma peça no que diz respeito às suas dimensões. Desta forma, são realizados dois testes de tolerância, um no qual o calibre deve passar completamente na peça (extremidade passa) e outro no qual não deve passar (extremidade não passa). A Figura 17 ilustra um calibre deste tipo.

Este meio de controlo não reporta nenhum valor, mas verifica a conformidade de diferentes operações, como por exemplo a perfuração de uma peça;



Figura 17 – Exemplo de um calibre do tipo passa / não passa usado para controlo. Fonte: https://img.accu.co.uk/products/27-4315-0_lg.jpg

- **Controlo com Comparador:** este meio (Figura 18) permite a medição de diâmetros internos sendo reportado um valor após a medição. Esse valor serve para comparar com os limites inferior e superior previamente especificados, de modo a verificar se o diâmetro se encontra, ou não, conforme;



Figura 18 – Exemplo dos Comparadores usados para o controlo retirado de <https://www.marposs.com/media/5877/w-1100/products-0175.jpg>

- **Controlo Visual:** este tipo de controlo é usado para verificar eventuais irregularidades na peça que possam ser detetadas a olho nu, como por exemplo a ocorrência de fendas que possam comprometer o correto funcionamento da peça.

Uma vez obtida a informação mencionada acima, decidiu-se fazer o levantamento de tempos para assim ser possível comparar o tempo médio necessário para o controlo das bombas com o tempo usado para o registo de dados no computador. O controlo e o registo de dados na maquinação ocorrem de forma independente das das linhas de montagem. No primeiro caso os operadores responsáveis por controlar as peças retiram uma tampa e um corpo de uma das

máquinas à escolha e fazem o controlo uma vez por turno, sendo por isso controladas três bombas (corpo e tampa) por dia.

Como se encontra ilustrado no esquema da Figura 19, os operadores de cada uma das linhas de maquinação têm à sua disposição uma Mesa de Controlo, onde são controladas as operações 120 e/ou 110 consoante o tipo de BOCV. No final desse controlo, os dados são registados num computador fora da linha de maquinação Hxx, sendo esse registo efetuado pelo Controlador de Linha (CL) que por vezes coincide com o próprio operador que fez o controlo.

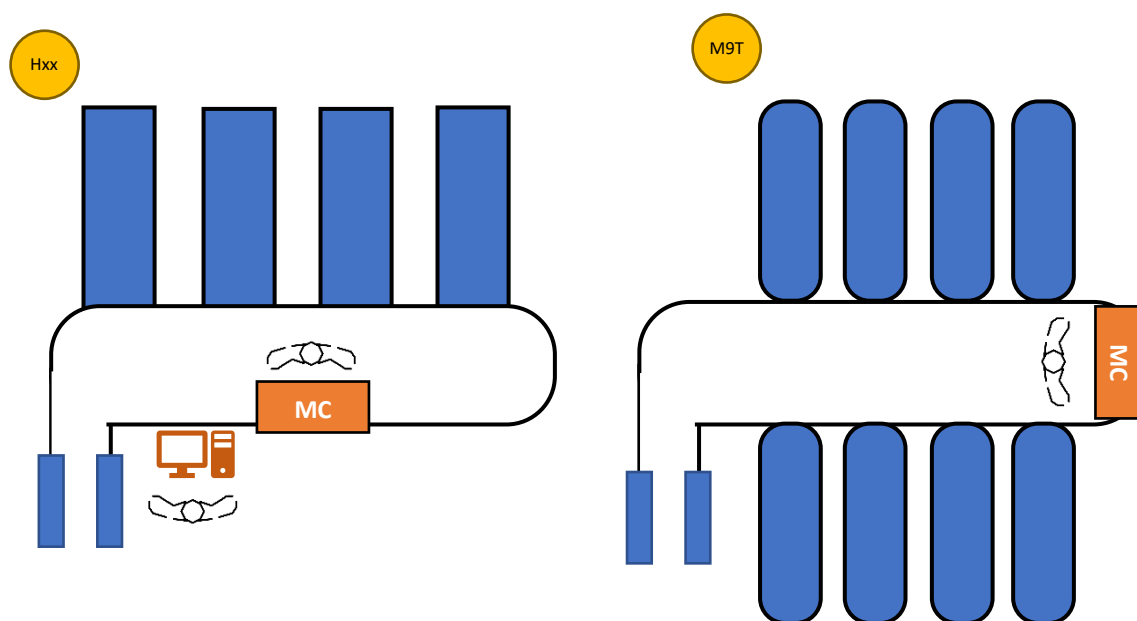


Figura 19 – Esquema das Linhas de Maquinação com as Mesas de Controlo (MC) e o computador para registo de

No caso das linhas de montagem, as peças são controladas ao longo dos diferentes postos de trabalho, com uma frequência média de um controlo a cada duas horas, consoante a taxa de produção dessas linhas nesse determinado turno. Desta forma, em cada um dos três turnos, nestes postos de trabalho são feitos, em média, 4 controlos. No final de cada controlo, o CL dirige-se ao computador fixo fora da linha e regista os dados, como indicado na Figura 20.

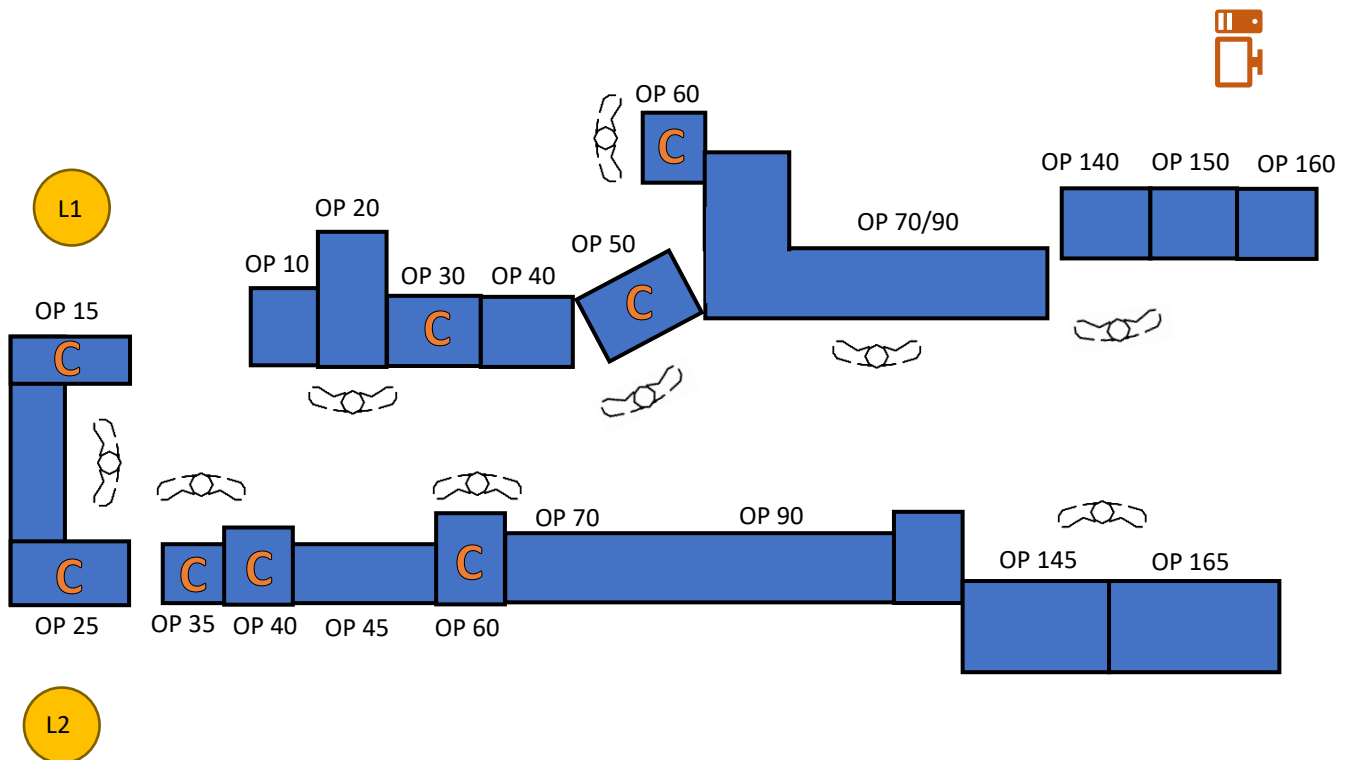


Figura 20 – Esquema das Linhas de Montagem das BOCV com os postos de trabalho responsáveis pelo controlo assinalados (C) e o computador para registo de dados

Nas duas situações (maquinação e montagem) o controlo verifica a conformidade da peça após as diferentes operações. Em muitos dos casos, como no das linhas de montagem, o Controlador de Linha é o responsável pelo registo de dados no computador, mas não é ele que efetua cada um dos controlos. Desta forma, os operadores responsáveis por controlar as bombas devem reportar ao CL a eventual ocorrência de uma não conformidade, caso contrário este valida os controlos como conforme.

Para executar o levantamento dos tempos necessários, estes foram divididos consoante o tipo de bomba e a linha (maquinação ou montagem). No caso de registo de dados, as bombas não foram diferenciadas uma vez que tanto no caso da maquinação como no da montagem os CL validam ambos os tipos simultaneamente.

- Maquinação – BOCV M9T (controlo): nesta linha de maquinação tanto a tampa como o corpo da bomba M9T escolhida são controladas, recorrendo-se a calibres do tipo passa / não passa e a comparadores para verificar a conformidade das diferentes características a serem avaliadas. Desta forma registou-se a duração do operador no controlo com cada um dos MC, estando esses dados documentados

na Tabela 3. De referir que cada tempo medido corresponde ao intervalo desde o momento em que o operador pega no meio até o colocar de volta no local a ele destinado e que apenas foi medido um tempo para cada meio (Figura 21).

Tabela 3 – Tempo necessário para um controlo da BOCV M9T na linha de maquinaria

Tipo de Bomba	Tipo de controle	Referência Meio	Início (min)	Fim (min)	Duração / turno (min)
Tampa BOCV M9T	Calibres passa / não passa e Comparadores	D774002863	00:00	00:25	00:25
		D774002862	00:25	00:42	00:17
		R100606370	00:42	00:51	00:09
		D774002873	00:51	00:57	00:06
		R100606431	00:57	01:04	00:07
		D774002872	01:04	01:17	00:13
		P705713170	01:17	01:35	00:18
		D774002869	01:35	01:45	00:10
		D774002874	01:45	01:54	00:09
		D774002879	01:54	02:00	00:06
		D774002864	02:00	02:11	00:11
		R100606433	02:11	02:17	00:06
		D774002868	02:17	02:27	00:10
		D774002867	02:27	02:36	00:09
		D774002866	02:36	02:45	00:09
		R100606368	02:45	02:57	00:12
		D774002865	02:57	03:14	00:17
Corpo BOCV M9T	Calibres passa / não passa e Comparadores	D774002853	00:00	00:13	00:13
		R100601850	00:13	00:24	00:11
		D774002854	00:24	00:43	00:19
		D774002844	00:43	00:59	00:16
		D774002849	00:59	01:14	00:15
		D774002880	01:14	01:22	00:08
		R100143546	01:22	01:31	00:09
		P734212073	01:31	01:54	00:23
		D774002846	01:54	02:05	00:11
		D774002843	02:05	02:15	00:10
		D774002845	02:15	02:22	00:07
		R100601852	02:22	02:31	00:09
		R100601851	02:31	02:38	00:07
		D774002850	02:38	02:47	00:09
		D774002851	02:47	02:55	00:08
		D774002852	02:55	03:04	00:09
		TOTAL			



Figura 21 – Exemplificação do local onde os calibres são colocados quando não usados

- **Maquinação – BOCV Hxx (controlo):** o controlo de qualidade desta bomba difere do da anterior pelo facto de a tampa sofrer apenas um controlo do tipo visual, sendo avaliadas características como a rugosidade da superfície ou a existência de fendas. Neste seguimento foram também documentados os tempos despendidos para o processo, de acordo com a metodologia adotada anteriormente (Tabela 4).

Tabela 4 – Tempo necessário para um controlo da BOCV Hxx na linha de maquinação

Tipo de Bomba	Tipo de controlo	Referência Meio	Início (min)	Fim (min)	Duração / turno (min)
Tampa BOCV Hxx	Visual		00:00	00:14	00:14
Corpo BOCV Hxx	Calibres passa / não passa e Comparadores	D774002853	00:00	00:08	00:08
		D774002848	00:08	00:15	00:07
		D774002854	00:15	00:23	00:08
		R100601850	00:23	00:28	00:05
		D774002844	00:28	00:33	00:05
		D774002847	00:33	00:38	00:05
		D774002849	00:38	00:45	00:07
		D774002880	00:45	00:51	00:06
		R100143546	00:51	00:58	00:07
		P734212073	00:58	01:13	00:15
		D774002846	01:13	01:20	00:07
		D774002843	01:20	01:27	00:07
		D774002845	01:27	01:32	00:05
		R100601852	01:32	01:38	00:06
		R100601851	01:38	01:44	00:06
		D774002851	01:44	01:50	00:06
		D774002850	01:50	01:54	00:04
		D774002852	01:54	02:10	00:16
TOTAL					02:24

- Maquinação (registo de dados): no caso do registo de dados fez-se o levantamento do tempo que o operador demora desde a abertura da base de dados até finalizar o último registo (Tabela 5).

Tabela 5 – Tempo necessário para um registo de dados na linha de maquinação

Tipo de Bomba	Duração / turno (min)
BOCVs M9T e Hxx maquinadas	19:52

- Montagem – BOCV Hxx (controlo): o controlo de qualidade na linha de montagem é feito por diferentes operadores, consoante os postos de trabalho designados para tal. Aqui, cada um desses operadores responsáveis faz uso de calibres do tipo passa / não passa para efetuar o controlo das peças após a operação, sendo efetuados por turno um total de quatro controlos em cada posto. Desta forma, cada um dos operadores controla de forma independente dos restantes, ou seja, o controlo nas linhas de montagem não é feito sequencialmente, posto a posto. Os tempos encontram-se documentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Tempo necessário para um controlo da BOCV Hxx na linha de montagem

Tipo de Bomba	OP	Tipo de controlo	Referência Meio	Nº Controlo / turno	Duração / controlo (min)	Duração / turno (min)
BOCV Hxx	15	Calibre passa / não passa	D774 002 889	1	00:14	00:53
				2	00:14	
				3	00:12	
				4	00:13	
	30		D774 002 887	1	00:09	00:44
				2	00:11	
				3	00:11	
				4	00:13	
	50		D774 002 889	1	00:12	00:57
				2	00:13	
				3	00:14	
				4	00:18	
	60		D774 002 897; D774 002 885	1	00:20	01:17
				2	00:21	
				3	00:18	
				4	00:18	
TOTAL						03:51

- Montagem – BOCV M9T (controlo): à semelhança da linha anterior, as peças são controladas após as operações designadas. Neste caso já existe um controlo visual na OP 40 (Tabela 7).

Tabela 7 – Tempo necessário para controle da BOCV M9T na linha de montagem

Tipo de Bomba	OP	Tipo de controle	Referência Meio	Nº Controle / turno	Duração / controle (min)	Duração / turno (min)
BOCV M9T	25	Calibre passa / não passa	D774 002 889	1	00:00:13	00:00:47
				2	00:00:11	
				3	00:00:12	
				4	00:00:11	
	35		D774 002 887	1	00:00:09	00:00:49
				2	00:00:18	
				3	00:00:10	
				4	00:00:12	
	40	Visual		1	00:00:22	00:01:16
				2	00:00:20	
				3	00:00:15	
				4	00:00:19	
	60	Calibre passa / não passa	D774 002 897; D774 002 885	1	00:00:17	00:01:11
				2	00:00:19	
				3	00:00:18	
				4	00:00:17	
TOTAL						04:03

- Montagem (registro de dados): o processo de registro de dados das linhas de montagem é feito, por norma, pelo mesmo operador. No caso de não haver nenhuma não conformidade, este operador valida o controle no computador fixo. Caso contrário, os operadores que controlam reportam ao responsável pelo registro de dados para este ficar a par de uma não conformidade e assim registrar devidamente os dados na base QDAS. Uma vez que o controle é feito de duas em duas horas, o registro dos dados segue essa mesma frequência (Tabela 8).

Tabela 8 – Tempo necessário para registo de dados nas linhas de montagem

Tipo de Bomba	Nº registo / turno	Duração / cada registo (min)	Duração / turno (min)
BOCVs M9T e Hxx montadas	1	01:38	06:54
	2	01:40	
	3	01:49	
	4	01:47	

Uma vez recolhidas as informações documentadas em cima, foi possível fazer uma análise com o intuito de retirar as conclusões pretendidas inicialmente (**Tabela 9**).

Tabela 9 – Percentagens de tempo necessário para cada um dos processos de controlo e registo de dados nas linhas de maquinação e montagem das BOCV no final de um turno

Tipo de Processo	Linha	Duração (min) / turno	Duração (%) / turno	
Controlo	Maquinação M9T	06:18	14,53%	38,28%
	Maquinação Hxx	02:24	5,53%	
	Montagem M9T	04:03	9,34%	
	Montagem Hxx	03:51	8,88%	
Registo de dados	Maquinação	19:52	45,81%	61,72%
	Montagem	06:54	15,91%	
TOTAL		43:22		

- **Linhas de Maquinação**

Tabela 10 - Percentagens de tempo necessário para os processos de controlo e registo de dados nas linhas de maquinação no final de um turno

Tipo de Processo	Linha	Duração (min) / turno	Duração (%) / turno
Controlo	Maquinação M9T	06:18	22,05%
	Maquinação Hxx	02:24	8,40%
Registo de dados	Maquinação	19:52	69,54%
TOTAL		28:34	

Nas linhas de maquinação o registo de dados apresenta uma maior percentagem de tempo quando comparado com os dois processos de controlo (Tabela 10), correspondendo assim a aproximadamente 70% (Figura 22). Numa outra perspetiva, o controlo da BOCV M9T na maquinação destaca-se do da outra linha, uma vez que neste surge a necessidade de verificar a conformidade tanto do corpo como da tampa da bomba, o que não é feito na BOCV Hxx visto que a tampa desta é apenas controlada visualmente.

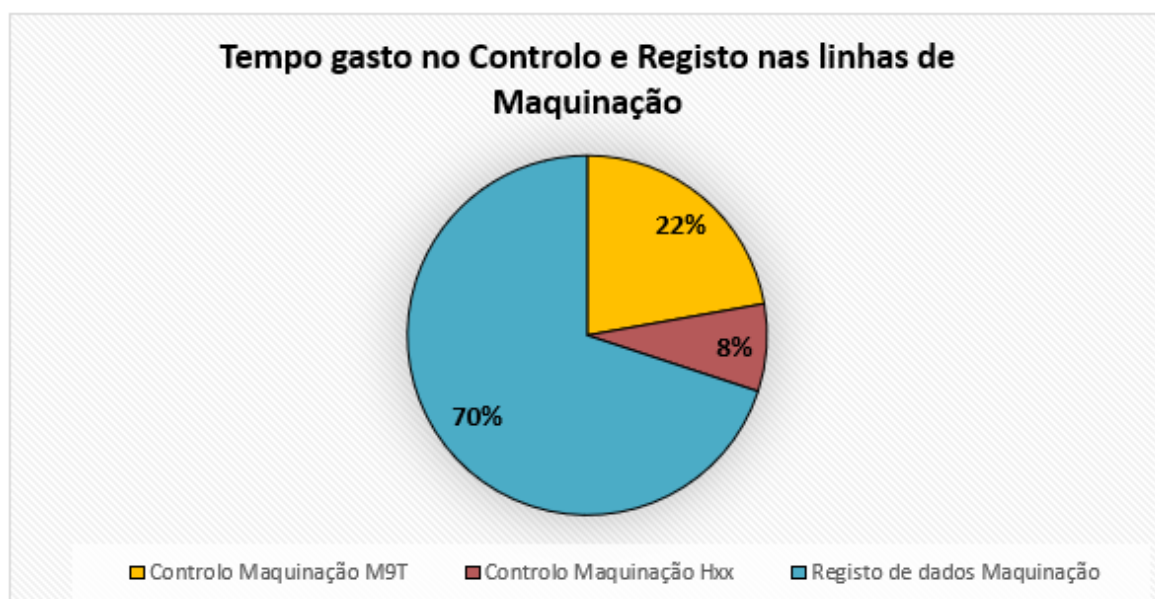


Figura 22 – Gráfico das percentagens de tempo necessário para o controlo e registo de dados nas linhas de maquinação

- **Linhas de Montagem**

Tabela 11 - Percentagens de tempo necessário para os processos de controlo e registo de dados nas linhas de de montagem no final de um turno

Tipo de Processo	Linha	Duração (min) / turno	Duração (%) / turno
Controlo	Montagem M9T	04:03	27,36%
	Montagem Hxx	03:51	26,01%
Registo de dados	Montagem	06:54	46,62%
TOTAL		43:22	

Apesar de não ser tão elevada como no caso das linhas de maquinação, o registo de dados apresenta, novamente, a maior parcela de tempo despendido no processo das linhas de montagem (Tabela 11). Quanto ao controlo, em ambos os casos são utilizados meios idênticos e é controlado o mesmo número de operações, não havendo, assim, uma grande disparidade entre o tempo de controlo numa linha e na outra (Figura 23).

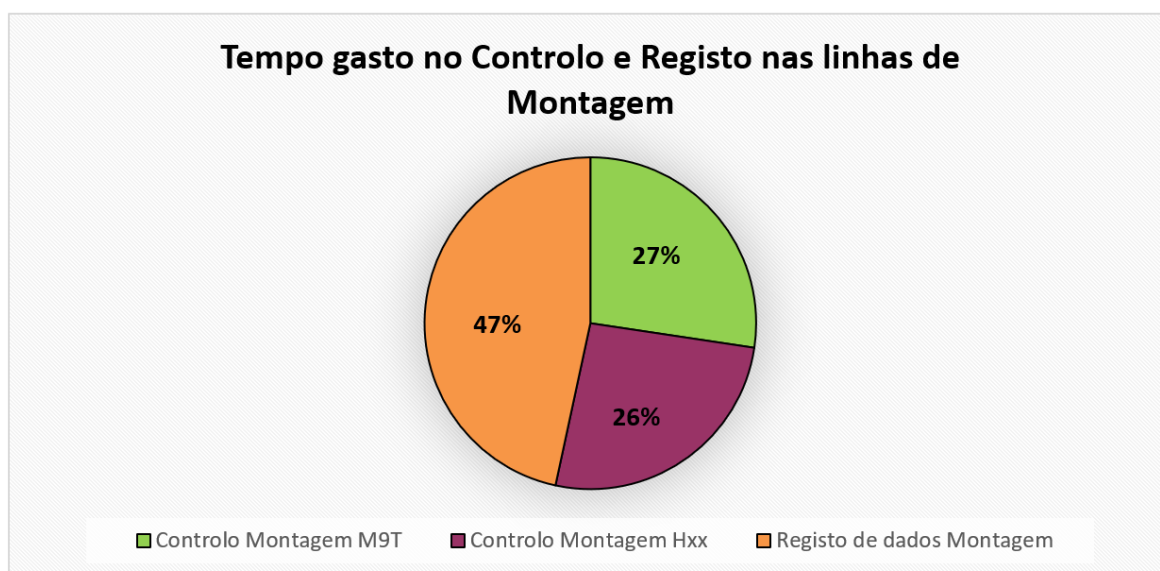


Figura 23 – Gráfico das percentagens de tempo necessário para o controlo e registo de dados nas linhas de montagem

Verifica-se que, num turno, o registo de dados equivale a cerca de 62% do tempo total necessário para todo o processo, em comparação com os 38% para o controlo das diferentes

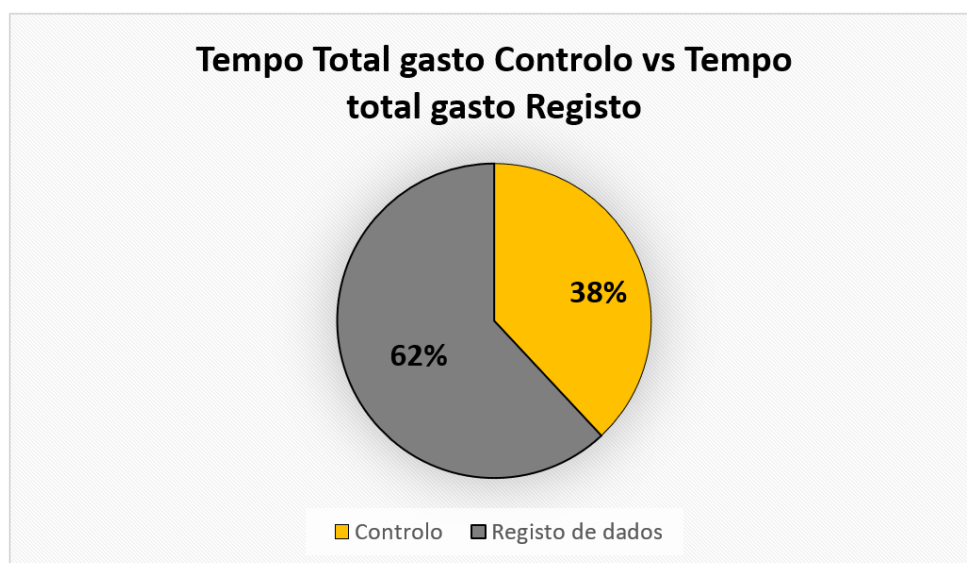


Figura 24 – Gráfico das percentagens de tempo total necessário para o controlo e para o registo de dados no final de um turno

operações nas várias linhas, tendo em conta a o tempo de registo das operações de maquinação e de montagem (Figura 24).

Concluindo, os operadores necessitam de cerca de 43 minutos por turno para efetuar o controlo de conformidade das bombas e a consequente validação de dados no computador fixo em todas as linhas. Deve ser destacado ainda, que o tempo de registo não engloba a deslocação do operador ao local do computador, o que implicaria um tempo superior, e, consequentemente, uma percentagem relativamente ao tempo total também maior.

- **Soluções Propostas**

Com o objetivo de reduzir o tempo necessário para o controlo, não só nas linhas de produção de BOCV, mas em toda a fábrica, foram propostas duas soluções centradas na melhoria do processo de registo de dados. A primeira passa por uma aplicação em HTML, com ligação à base estatística QDAS, que permite uma introdução de dados mais intuitiva para o operador, possibilitando o registo de todas as características controladas de uma só vez (Figura 25). Esta solução apresenta a vantagem de já estar numa fase de testes e implementação na Renault Cléon, sendo assim mais fácil de adaptar à realidade da Renault Cacia.

The screenshot shows a web application interface for Renault Cléon. The header is yellow and contains the navigation path 'Cléon / Secteur1 / Atelier1 / Ligne1 / AS_PB' and the user name 'AVENEL BENOIT'. On the right side of the header are links for 'Accueil' and 'Deconnexion'. The main content area is light yellow and features five blue buttons: 'Créer une gamme', 'Editer une gamme', 'Supprimer une gamme', 'Visualiser les gammes', and 'Dupliquer une gamme'. Below these buttons is a section for 'Lien controleur' with a text input field containing 'DEFINIR URL CONTROLEUR ICI' and a 'Copier' button. The footer is grey and displays the 'GROUPE RENAULT' logo.

Figura 25 – Solução HTML para registo de dados de controlo

A segunda solução, mais simplificada, consiste na criação de um documento Excel capaz de gerar um ficheiro com as características avaliadas, denominado “Ficheiro Neutro”, que

posteriormente é validado pela base de dados “QDAS” que o lê e armazena os resultados registados de modo automático. Através da seleção da peça a registar (Figura 26) o documento Excel cria então uma folha de registo própria que contem a referência da peça, o número da máquina que a produziu, as características avaliadas e os limites entre os quais os valores das mesmas se devem encontrar para serem consideradas conforme e, por fim, os campos a azul para a introdução dos dados a registar (Figura 26). As características podem ser consideradas como variáveis, caso o controlo reporte algum valor como por exemplo na medição da profundidade de um furo, ou então como binárias caso o operador tenha apenas de confirmar se a característica se encontra conforme ou não.

Nível	Ref. da Peça	Nº maq	Nº caract.	Designação da Caract.	Valor nominal	LIT	LST		LIT SUM	LST SUM
Nível 3	8200909891	319803	999D10	Diâmetro da cota sobre esferas - 11x37	2	1	2		Conf.	N. Conf
Nível 3	8200909891	319803	999D11	Diâmetro do fundo do dente - 11x37	2	1	2		Conf.	N. Conf
Nível 3	8200909891	319803	999D12	Diâmetro da cabeça - 11x37	104,25	-0,11	0,11		104,14	104,36

Figura 26 – Solução em Excel para registo de dados de controlo de Qualidade

Desta forma, o operador só tem de selecionar a peça a avaliar e posteriormente registar os dados na folha própria para o efeito, sendo gerado posteriormente o “Ficheiro Neutro” (Figura 27) que será lido e validado pelo QDAS.

1600	01	02	01	01					
GAM_MESU :	Carreto 1ª	(11x37)	PLAN No:	8200909891	OPERATION:	999	Nível	3	
IDENTIFIA	[1 232]		Ref. da Peça	1906 01					
PIECE No:	1	07/05/2019	11:57:45	4					
CARACT No:	1	319803	999D10	Diâmetro da cota	2	1	2	1	
CARACT No:	2	319803	999D11	Diâmetro do fund	2	1	2	1	
CARACT No:	3	319803	999D12	Diâmetro da cabe	104.25	-0.11	0.11	104.2	

Figura 27 – Exemplo dos dados armazenados num “Ficheiro Neutro”

Tanto num caso como no outro, as soluções permitem automatizar o registo de dados de forma a ser poupado tempo em todo o processo de controlo, permitindo que os operadores responsáveis por esse registo consigam auxiliar os restantes, aumentando os níveis de produção ou diminuindo a carga de trabalho por operador. Cada uma das sugestões apresentadas acima pode ser adaptada para um *tablet*, evitando que o operador tenha de se deslocar para fora da linha para efetuar o registo de dados. Por outro lado, o uso de soluções como estas permite a redução do papel na empresa, uma vez que em várias linhas o registo ainda é feito recorrendo-se, em primeiro lugar, a folhas impressas.

No entanto, apesar de ambas as soluções possibilitarem a melhoria do processo de controlo, não foi possível implementá-las na Renault Cacia. No primeiro caso, a solução em HTML encontrava-se ainda em fase de testes em Cléon, não estando assim disponível aquando o projeto. No caso da segunda solução, esta foi desenvolvida, mas não houve tempo para realizar os testes necessários para a sua implementação.

3.3 Upgrade de Meios de Controlo - Projeto Hipercompetitividade

A Hipercompetitividade (HC) surgiu no setor industrial como forma de impulsionar o desenvolvimento e crescimento das indústrias e com o intuito de assegurar o volume dos seus negócios. Desde modo, uma vez definidos os objetivos da HC e após a avaliação positiva das fábricas francesas do grupo Renault, o projeto de Hipercompetitividade foi implementado na Renault Cacia em 2016. Em Cacia, este projeto tem como objetivo melhorar a competitividade e performance da fábrica, assentando em quatro pilares essenciais: Excelência da Execução, Aumento da Produtividade, Estratégia dos Fornecedores e Performance Social (C. S. dos A. Pereira, 2018).

Deste modo, os diferentes projetos realizados no âmbito da Hipercompetitividade implicam a implementação de ações de melhoria de modo a integrarem um dos quatro objetivos centrais, que se resumem na Automatização de fluxos, Melhorias na maquinaria, Melhorias na montagem e Implementação do Digital 4.0. Este último pilar surge, assim, com o intuito de aplicar os conceitos da Indústria 4.0 no que diz respeito à ligação entre os diferentes departamentos e, como tal, dos restantes pilares (Pereira, 2018).

Desta forma, o projeto desenvolvido nesta fase assentou numa das ações do pilar “Digital 4.0” que visava realizar um *retrofit* aos Meios de Controlo das linhas de produção das Árvores de Equilibragem (AEQ), ou seja, modernizar as centrais de controlo aí existentes. Esta necessidade surgiu devido ao facto dessas mesmas centrais (Figura 28) não terem acompanhado a evolução tecnológica e, algumas delas, terem deixado de responder às necessidades da empresa, como o envio de dados para a base estatística QDAS.

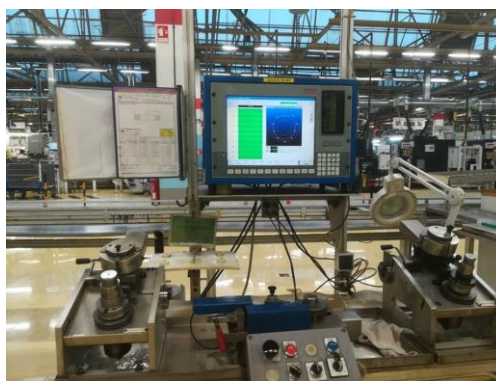


Figura 28 – Exemplo de Central de Controlo presente numa das linhas das AEQ

Assim, a foi elaborado um estudo que com o objetivo de averiguar, de entre as centrais de controlo presentes, quais as que necessitavam de ser substituídas e quais as que precisavam apenas de uma atualização de software, conseguindo-se, assim, manter o seu hardware. Para o efeito, fez-se, numa primeira etapa, um levantamento das centrais presentes nas linhas de produção das AEQ que se encontram divididas pelas linhas de Pinhões, Coroas, Cassetes e Árvores. Nesta fase, foi feito também um levantamento das especificações destes meios de controlo, desde a memória RAM até ao sistema operativo que apresentavam.

Desta forma, foi possível entrar em negociações com o fornecedor e serem apresentadas várias propostas à empresa.

3.4 Criação de uma base de dados de verificação de controlo

O controlo de qualidade é o processo que garante a conformidade dos componentes produzidos e montados pela Renault Cacia, de forma a serem entregues ao cliente de acordo com as exigências impostas pelo mesmo. Desta forma, é necessário que o mesmo seja cumprido de acordo com as especificações estipuladas pela empresa e cada um seja realizado de acordo com a periodicidade definida.

Assim, e de modo a ser possível fazer um seguimento das peças controladas na empresa, foi proposto o desenvolvimento de um ficheiro Excel (Figura 29) capaz de reportar diariamente os componentes que foram controlados no dia anterior, isto é, as peças que apresentam dados de controlo na base estatística QDAS. Desta forma, através da extração de dados do QDAS, o ficheiro Excel verifica automaticamente as peças controladas de acordo com a seguinte lógica:

1. Se for o primeiro dia do mês limpa a folha para começar um novo preenchimento;
2. Copia os dados da extração QDAS para o documento Excel;
3. Verifica a que dia corresponde a extração de dados feita;
4. Compara as peças que já se encontram na folha de verificação, de modo a averiguar se existem peças que ainda não estejam na tabela. Em caso afirmativo adiciona-as;
5. De acordo com as peças indicadas na extração, verifica para cada uma se o controlo foi feito segundo o nível 1 (N1) ou o nível 3 (N3). O N1 é responsável por controlar a peça avaliando todo o processo produtivo, isto é, verifica se as diferentes operações estão em conformidade para a peça se encontrar também conforme. O nível 3 por sua vez é responsável por controlar apenas a peça no final e verificar se esta se encontra em conformidade para expedição.
6. Verifica quantas vezes a peça aparece controlada na extração e adiciona o resultado à célula correspondente na folha de verificação (Figura 29), onde é colocado um símbolo de acordo com a legenda apresentada na Figura 30. Quando não a célula não apresenta nenhum símbolo, significa que o controlo não foi feito, pois há situações em que este não é feito diariamente.
7. Por fim verifica se é o último dia do mês e extrai um relatório em PDF com a verificação de controlo mensal.

N° Atelier	Des. Pièce	N° Pièce	Dia 1		Dia 2	
			N1	N3	N1	N3
1904	Apoio Cambota H4	122827036R	✓		!	✓
1904	Apoio Cambota HR13 Gen2	122823081R	✓	✓	✓	✓
1904	Balanceiro Admissao Maquinado	132620648R	!	✗		✗
1904	Balanceiro Escape Maquinado	132842693R	✓	✓	!	✗
1904	Balanceiro Escape Montado	132850886R	✓		!	✓
1903	BO F4 - Tampa	150100565R	!	✗	✓	
1903	BO K7 Brasil (tampa anodizada)	150100934R		✗		

Figura 29 – Folha de verificação diária das peças controladas

Nível 1:	
✓	→ Peça controlada
!	→ Peça não controlada
(em branco)	→ Peça não consta na extração para N1
Nível 3:	
✓	→ Peça controlada
✗	→ Peça não controlada
(em branco)	→ Peça não consta na extração para N3

Figura 30 – Legenda de interpretação da folha de verificação

O controlo de qualidade é imprescindível para assegurar a conformidade e segurança dos componentes produzidos pela Renault Cacia. Neste sentido, a solução desenvolvida permite que a empresa tenha um maior domínio das suas operações, e consiga, assim, garantir que as diferentes peças fabricadas e montadas diariamente estejam a ser controladas como o suposto.

4. Conclusão e Trabalho futuro

Com o presente relatório, referente ao projeto desenvolvido na Renault CACIA, pretendeu-se apresentar as diferentes atividades e ações de melhoria propostas e implementadas que se desenvolveram no setor da qualidade da empresa. Como a qualidade é uma área que abrange toda a organização, e, em particular, se estende a toda a fábrica, estas ações desenvolvidas acabam também por atingir direta, ou indiretamente, toda a empresa, desde a criação de um SI até ao desenvolvimento de projetos que acrescentam valor.

Os Sistemas de Informação são uma das ferramentas mais importantes nos dias de hoje para o sucesso de qualquer negócio. Não só permitem o armazenamento e processamento de dados em informação como asseguram o controlo e monitorização das diversas operações produtivas. Neste sentido, o SI desenvolvido para gestão dos meios de controlo da fábrica revelou-se um recurso importante para a equipa responsável pelos mesmos. De uma perspetiva do utilizador permite saber o local exato dos diferentes MC, possibilitando ainda a sua alteração, eliminação ou a adição de novos meios, de uma forma rápida e intuitiva. Por outro lado, graças à base Excel que armazena as diferentes especificações dos mesmos e, à atualização diária que é feita, torna-se possível saber quais os MC que se encontram desligados da rede, havendo, assim, uma gestão mais eficaz dos Meios de Controlo existentes ou que possam vir a existir.

Numa outra perspetiva, a análise dos processos é uma ação importante por permitir que as empresas estejam a par das suas atividades e percebam de que forma as diferentes operações produtivas ocorrem. Deste modo, o estudo realizado nas linhas de produção das BOCV permitiu analisar como é que o controlo de qualidade se processa na Renault Cacia, com especial ênfase nos Meios de Controlo utilizados, como calibres e comparadores. Uma vez controladas as peças, procede-se para o registo de dados para assim ser possível fazer uma análise da performance das diferentes operações produtivas da empresa. O estudo feito nesta área permitiu concluir que o tempo necessário para o registo de dados é significativamente superior ao do controlo de peças, o que é visto pela empresa não como um desperdício total, mas sim como um dos pontos a melhorar, uma vez que a recolha de dados será sempre importante. A redução do tempo de registo possibilitará, assim, uma maior rentabilização do mesmo para as restantes tarefas produtivas.

Neste seguimento foram sugeridas duas soluções que tinham como objetivo principal a redução do tempo necessário de registo, evitando a deslocação dos operadores para fora da linha

e reduzindo o uso de papel na fábrica. No entanto, devido ao tempo programado para o projeto e a outros fatores externos não foi possível realizar a implementação das mesmas, tendo apenas ficado apresentadas como sugestões de um trabalho futuro.

No que diz respeito ao projeto de Hipercompetitividade desenvolvido na Renault Cacia, este tinha como objetivo melhorar a competitividade e performance da fábrica, mais concretamente nas linhas de produção de AEQ, um dos componentes que mais lucro traz à empresa. Desta forma, a modernização das Centrais presentes nessas linhas permite uma maior eficiência na hora do controlo, possibilitando o envio de dados para o QDAS, o que tinha deixado de ocorrer em algumas delas devido ao software desatualizado. No entanto, não foi possível acompanhar a implementação das melhorias propostas e verificar o estado das linhas após a mesma, mas o projeto acrescentará valor para a empresa uma vez realizado.

Por fim, a criação de um documento Excel que permite verificar se o controlo de qualidade das diferentes peças está a ser executado como o definido, permite que a empresa continue a melhorar a sua performance e a manter os níveis de qualidade pretendidos.

Considera-se, assim, que as ações implementadas e propostas no decurso deste projeto vieram acrescentar valor à empresa através da melhoria dos diferentes processos que envolvem o departamento de qualidade da Renault Cacia.

Com a realização deste projeto, sugere-se que algum trabalho seja desenvolvido no futuro, uma vez que determinadas atividades não puderam ser concluídas. Como referido anteriormente, o processo de controlo de peças apresenta aspetos a melhorar, nomeadamente no que diz respeito ao registo de dados. Neste sentido, propõe-se que a solução em Excel, capaz de criar o “Ficheiro Neutro”, seja testada e posteriormente implementada, enquanto a solução desenvolvida pela Renault em Cléon não estiver concluída. Nos casos do SI dos meios de controlo e da base de verificação de controlo recomenda-se que os dados que ambas armazenam sejam revistos com alguma frequência para que deste modo tanto o SI como a base Excel se encontrem sempre atualizados.

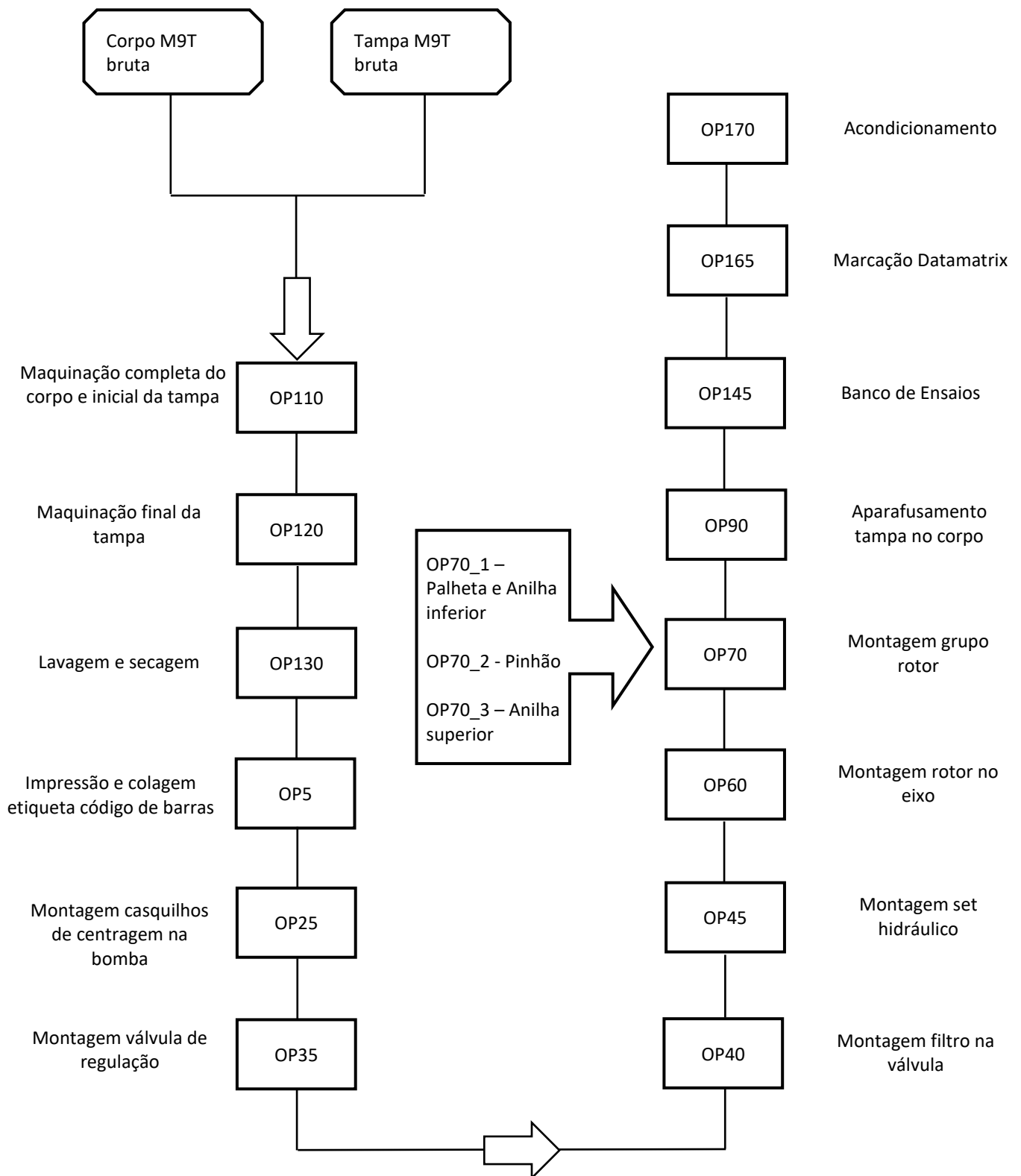
Referências

- Chen, Y. (2017). Integrated and intelligent manufacturing: Perspectives and Enablers. *Engineering*, 3(5), 588–595.
- Coelho, P. M. N. (2016). *Rumo à Indústria 4.0*. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Coimbra. <https://doi.org/019>
- Cooper, P. (2016). Data, information, knowledge and wisdom, 55–56. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2016.10.006>
- Costa, C. S. da. (2009). *Especificação de um Sistema de Informação de Apoio ao Controlo Estatístico de Processos*. Universidade de Aveiro.
- Dennis, A., Wixom, B. H., & Roth, R. M. (2017). *Systems Analysis and Design* (Fifth, Vol. 91).
- Ferreira, A. S. (2017). *Da ISO 9001:2008 para a ISO 9001:2015: Alterações no SGQ DA Renault CACIA S.A. e Impacto para a Fábrica*. Universidade de Aveiro.
- Gouveia, L. B., & Ranito, J. (2004). *Sistemas de informação de apoio à gestão*.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2015). *Design principles for industrie 4.0 Scenarios: A literature review*.
- Judi, H. M., Jenal, R., & Genasan, D. (2011). *Quality Control Implementation in Manufacturing Companies: Motivating Factors and Challenges*.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2011). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (12th ed.).
- Lee, J., Kao, H.-A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP*, 16, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>
- Mendes, M. de F. R. (2007). *O impacto dos sistemas QAS nas PME portuguesas*.
- Nunes, M., & O'Neill, H. (2004). *Fundamental de UML*.
- Pereira, C. S. dos A. (2018). *O Impacto da Gestão de Projetos na Competitividade - Projeto Hipercompetitividade*. Universidade de Aveiro.
- Pereira, Z. L., & Requeijo, J. G. (2008). *Qualidade: Planeamento e controlo estatístico de processos*.
- Pires, T. M. M. (2008). *Sistemas de Informação na Indústria O caso do Izaro Grey*. Universidade de Aveiro.
- Ré, M. S. (2018). *Sistemas de Informação no contexto da Indústria 4.0: Uma abordagem Lean aos Fluxos de Informação para o Cálculo de Indicadores*. Universidade de Aveiro.
- Renault. (2019). Documento Interno.
- Rösler, P. (2015). *Collaborative Innovation Transforming Business, Driving Growth*.

- Santos, M. Y., Sá, J. O. e, Andrade, C., Lima, F. V., Costa, E., Costa, C., ... Galvão, J. (2017). A Big Data system supporting Bosch Braga Industry 4.0 strategy. *International Journal of Information Management*, 750–760.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*.
- Silva, A. M. R. da, & Videira, C. A. E. (2001). *UML, Metodologias e Ferramentas Case*.
- Sommerville, I. (2011). *Software Engineering*.
- Stair, R. M., & Reynolds, G. W. (2010). *Principles of information systems* (Ninth). [https://doi.org/10.1016/0346-251X\(86\)90061-8](https://doi.org/10.1016/0346-251X(86)90061-8)
- Teixeira, L., Ferreira, C., & Santos, B. S. (2004). Uma abordagem ao processo de desenvolvimento dos sistemas de informação: Cuidados a ter ao longo do processo no caso dos SI's tradicionais e SI's distribuídos na web, 77–84.
- Tomás, D. F. (2017). *Desenvolvimento de um sistema de recolha de dados para controlo do processo de fabrico e montagem eletrónica*. Universidade de Aveiro.
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56, 2941–2962.

Anexos

Anexo 1 – Processo produtivo da BOCV do tipo M9T



Anexo 2 – Processo produtivo da BOCV do tipo Hxx

